



3b

VMBO - K
biologie voor jou
HANDBOEK

bvji

MALMBERG

3b VMBO-K

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
VMBO-K

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ROB MELCHERS
MARINKE VAN DER VELDE

EINDREDACTIE

LINIE STAM
MARIEKE MORAAL

AUTEURS ZESDE EDITIE

GERARD SMITS, BEN WAAS, ARTEUNIS BOS, ONNO KALVERDA

ZEVENDE EDITIE

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Voor je ligt handboek deel 3b van *Biologie voor jou* (Bvj). Naast het handboek kun je ook gebruikmaken van het werkboek, het antwoordenboek en de digitale leeromgeving. Samen vormen ze een complete lesmethode. Met *Biologie voor jou* kun je zelfstandig en op je eigen niveau werken. Je docent kan je vertellen hoe je dit het beste aanpakt.

WERKEN MET DE BOEKEN VAN BVJ

De hoofdstukken in *Biologie voor jou* heten thema's. Elk thema gaat over een biologisch onderwerp, en bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstoffen (leerstof en opdrachten)
- Practica
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstoffen
- Examentrainer

BASISSTOFFEN

De basisstoffen bestaan uit **leerstof** en bijbehorende opdrachten. In het handboek staan de teksten die je gaat lezen. Hier staan veel afbeeldingen bij, zodat je de stof beter kunt begrijpen.

Tussen de leerstof en opdrachten zie je ook **contexten** staan. Deze herken je aan de stippellijn en grijsgroene achtergrondkleur. Met contexten ontdek je welke rol biologie speelt in beroepen, wetenschap en maatschappij. Ook helpen contexten je om biologische kennis toe te passen in een nieuwe situatie. Contexten bevatten nooit nieuwe leerstof voor het examen. Je hoeft ze dus niet te leren.

Bij elke basisstof wordt verwezen naar **opdrachten**, waarmee je de stof leert kennen en toepassen. Deze opdrachten staan in het werkboek. De opdrachten in het werkboek zijn ingedeeld in drie soorten. Zo kun je gemakkelijk zien op welk niveau je de biologie beheerst. Je docent kan kiezen welke opdrachten het beste bij je passen:

- **Kennisopdrachten** helpen je om de stof te leren.
- **'Toepassing en inzicht'**-opdrachten zijn wat moeilijker. Hiermee oefen je om kennis toe te passen.
- **Plusopdrachten** zijn extra uitdagend. Hiermee kun je kijken of je deze biologie beheerst op niveau vmbo-gt.

Met het antwoordenboek kun je de opdrachten nakijken.

PRACTICA

We hebben alle practica (per thema) bij elkaar gezet in het werkboek. Zo kun je gemakkelijk zien welke practica bij een thema horen.

SAMENVATTING

In de samenvatting staan de leerdoelen, met een omschrijving van wat je moet ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk of examen. Hiermee kun je het thema gemakkelijker leren.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je oefenen of je de leerstof voldoende ‘kent en kunt’. Hiermee rond je het thema af. Je kunt de diagnostische toets nakijken met het antwoordenboek.

VERRIJKINGSSTOF

De verrijkingsstoffen bevatten geen nieuwe examenstof, maar extra stof. Met de verrijkingsstoffen kun je bijvoorbeeld oefenen op niveau vmbo-gt (de ‘plusstof’) of oefenen met vaardigheden. Je hoort van je docent welke verrijkingsstof je gaat doen.

EXAMENTRAINER

Met de examentrainer kun je oefenen voor het examen met echte eind-examenopgaven. Je kunt oefenen met opdrachten die gaan over meerdere thema’s.

WERKEN MET DE DIGITALE LEEROMGEVING VAN BVJ

Met de nieuwe digitale leeromgeving van BvJ kun je nog beter leren en oefenen. De digitale leeromgeving wordt voortdurend verbeterd. Er kunnen dus nieuwe onderdelen bijkomen tijdens het schooljaar.

In de digitale leeromgeving vind je alle onderdelen uit het boek terug. Ook vind je er een aantal nieuwe onderdelen en mogelijkheden.

DIGITALE OPDRACHTEN

De opdrachten uit het werkboek kun je ook doen in de digitale leeromgeving. Het voordeel is dat je bij veel vragen meteen feedback krijgt, zodat je kunt zien waarom je een vraag fout hebt beantwoord. Zo leer je hoe je het de volgende keer beter kunt doen. Ook worden de ‘gesloten’ vragen automatisch nagekeken. Dat scheelt je weer tijd. Tot slot kan je docent zien hoe je de vragen hebt gemaakt. Hierdoor kan de docent je sneller en beter helpen.

TEST JEZELF EN OEFENTOETS

Je kunt elke basisstof afsluiten met Test jezelf. Hierbij krijg je vragen om te testen of je de basisstof voldoende beheerst. Maak je een vraag fout, dan krijg je een herkansing. Haal je de score van 100%, dan weet je dat je de basisstof beheerst. Met de Oefentoets kun je ook met een heel thema oefenen. Je kunt de Oefentoets zo vaak doen als je wilt.

FLITSKAARTEN

Met de flitskaarten kun je biologische begrippen leren op een leuke en interactieve manier. Hiermee kun je gemakkelijker een thema leren voor je proefwerk of examen.

We hopen dat je met veel plezier zult werken met *Biologie voor jou!*

De auteurs

Inhoud

Thema 5 Regeling

BASISSTOF	8
1 Het zenuwstelsel	8
2 Zenuwcellen en zenuwen	10
3 Het ruggenmerg	13
4 De hersenen	15
5 De weg die impulsen afleggen	18
6 Het hormoonstelsel	20
7 De hypofyse en de schildklier	21
8 De eilandjes van Langerhans en de bijnieren	23
SAMENVATTING	26
DIAGNOSTISCHE TOETS	29
VERRIJKINGSSTOF	36
1 Diabetes (suikerziekte)	36
2 Practicum: een interview afnemen	38
3 Verslaving en de hersenen	39
EXAMENTRAINER	42

Thema 6 Zintuigen

BASISSTOF	46
1 Het zintuigenstelsel	46
2 Voelen, ruiken en proeven	49
3 De ogen	52
4 De iris en de ooglen	54
5 Het netvlies	57
6 De oren	60
SAMENVATTING	63
DIAGNOSTISCHE TOETS	66
VERRIJKINGSSTOF	72
1 Illusies	72
2 Practicum: een oog ontleden	74
3 Scherp zien	75
EXAMENTRAINER	78

Thema 7

Stevigheid en beweging

BASISSTOF	82
1 Het skelet van de mens	82
2 Kraakbeenweefsel en beenweefsel	87
3 Beenverbindingen	89
4 Spieren	93
5 Houding en beweging	95
6 Blessures	98
SAMENVATTING	104
DIAGNOSTISCHE TOETS	107
VERRIJKINGSSTOF	115
1 Conditietest	115
2 Hoge hakken	116
3 Rugklachten	117
EXAMENTRAINER	118
REGISTER	120
COLOFON	124

5

Regeling



BASISSTOF

- 1 Het zenuwstelsel
- 2 Zenuwcellen en zenuwen
- 3 Het ruggenmerg
- 4 De hersenen
- 5 De weg die impulsen afleggen
- 6 Het hormoonstelsel
- 7 De hypofyse en de schildklier
- 8 De eilandjes van Langerhans en de bijniere

8
10
13
15
18
20
21
23

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

26
29

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Diabetes (suikerziekte)
- 2 Practicum: een interview afnemen
- 3 Verslaving en de hersenen

36
38
39

EXAMENTRAINER

42

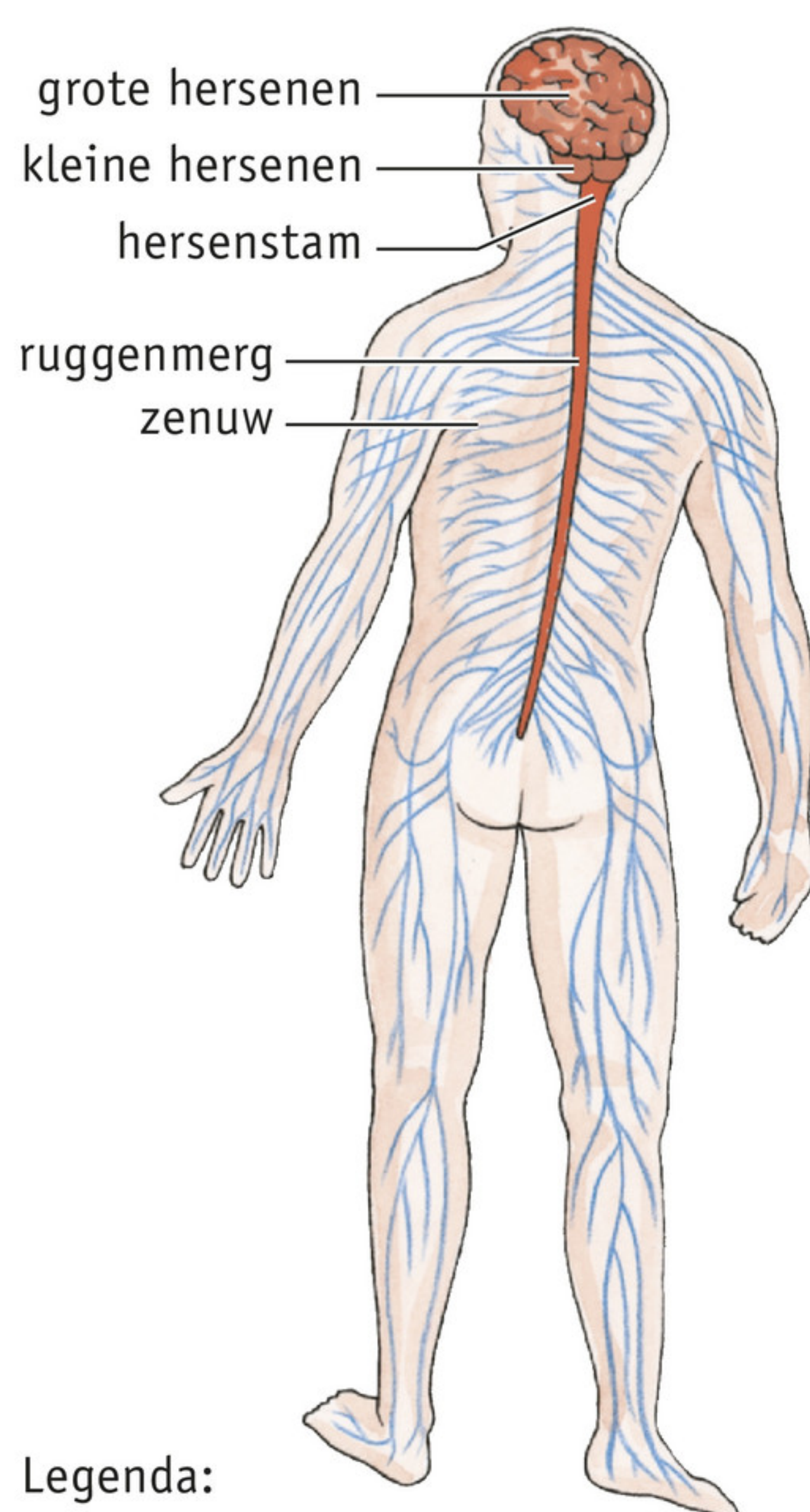


Met je zintuigen neem je constant veranderingen binnen en buiten je lichaam waar. Je lichaam verwerkt deze informatie en zorgt ervoor dat je steeds op de juiste manier reageert. Dit wordt geregeld door het zenuwstelsel en het hormoonstelsel. Deze stelsels sturen ook veel automatische processen in je lichaam aan, zoals je harstslag en je ademhaling. In dit thema behandelen we de bouw en functie van het zenuw- en hormoonstelsel.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het zenuwstelsel

▼ **Afb. 1** Het zenuwstelsel (schematisch).



Legenda:

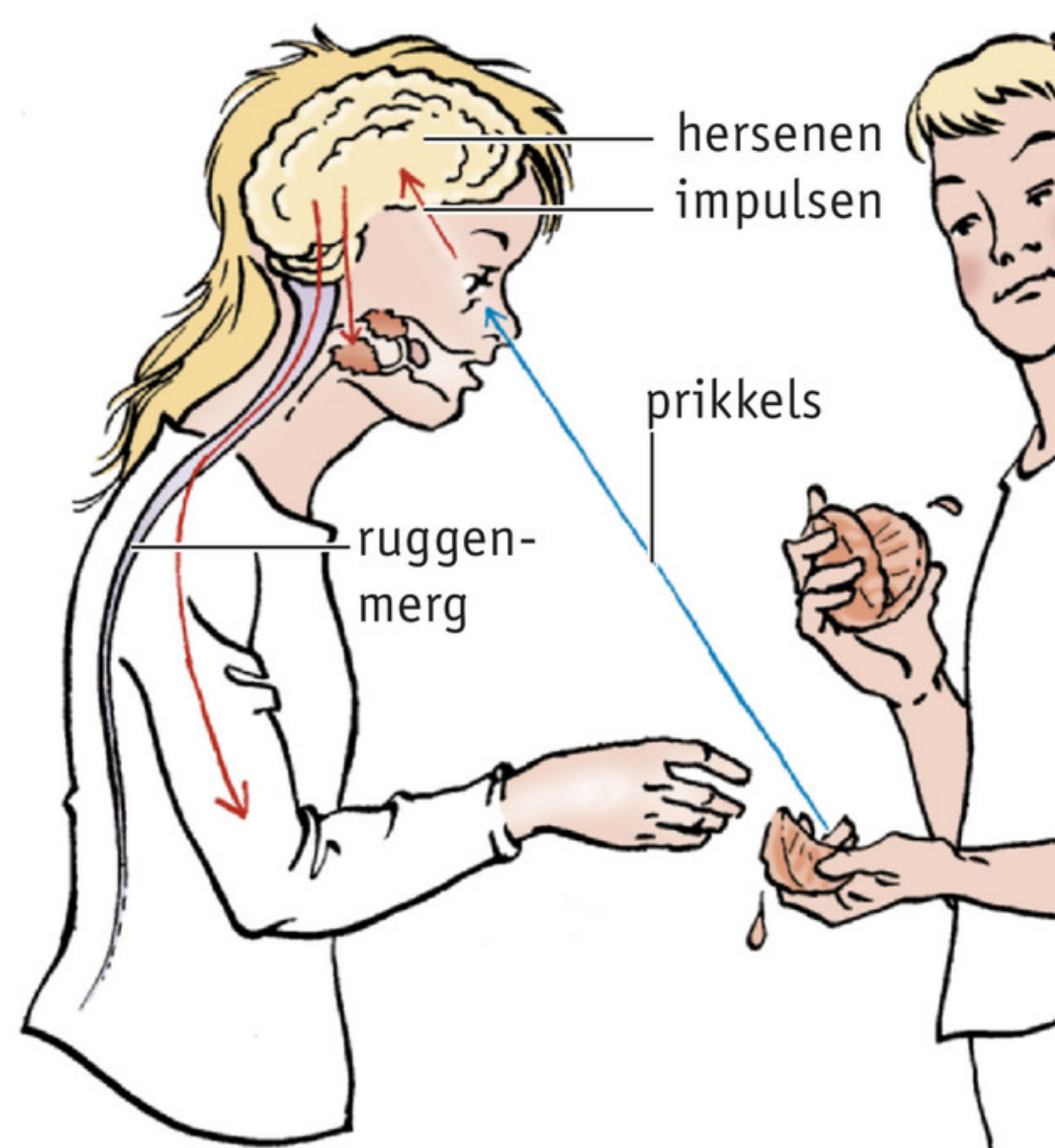
- centrale zenuwstelsel
- zenuwen

Je fietst naar huis en kijkt opzij. De zintuigcellen in je ogen sturen hun informatie naar je hersenen. In je hersenen word je je van het beeld bewust: het is je beste vriend die naar je zwaait. Je besluit te stoppen. Je hersenen sturen informatie naar je beenspieren en je trapt op de rem. Het zenuwstelsel bestaat uit het centrale zenuwstelsel en uit zenuwen (zie afbeelding 1). Het **centrale zenuwstelsel** bestaat uit de grote hersenen, de kleine hersenen, de hersenstam en het ruggenmerg. De **zenuwen** verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen, zoals je ogen en je spieren.

DE WERKING VAN HET ZENUWSTELSEL

Het zenuwstelsel verwerkt impulsen die afkomstig zijn van zintuigen. Ook regelt het zenuwstelsel de werking van spieren en klieren. We leggen de werking van het zenuwstelsel uit aan de hand van een voorbeeld dat je in afbeelding 2 ziet. Zintuigcellen in je ogen vangen het beeld van de sinaasappel op. Zintuigcellen in je neus nemen de geur van de sinaasappel waar. Beelden en geuren zijn voorbeelden van prikkels. Een **prikkel** is een invloed uit het milieu (de omgeving) op een organisme.

▼ **Afb. 2** De werking van het zenuwstelsel (schematisch).



Onder invloed van prikkels ontstaan in zintuigcellen **impulsen**. Impulsen zijn elektrische signalen die door zenuwen kunnen worden voortgeleid. Zenuwen geleiden de impulsen die in zintuigcellen ontstaan naar je hersenen. Je hersenen verwerken de impulsen en reageren door andere impulsen af te geven. Zenuwen geleiden de impulsen van je hersenen naar je klieren en spieren. In afbeelding 2 reageren de speekselklieren op de impulsen door speeksel af te scheiden. Hierdoor ga je 'watertanden'. De armspieren reageren door zich samen te trekken. Hierdoor kun je het partje sinaasappel pakken.

WB OPDRACHT 1 T/M 5 BLZ. 6

▼ Afb. 3

Sportcoach

Mijn naam is Thomas. Ik heb de opleiding sport- en bewegingsleider gevolgd. Hier heb ik geleerd om anderen in sport te begeleiden en te motiveren. Ik geef nu groepslessen in een fitnesscentrum en begeleid sporters met blessures of andere gezondheidsklachten.

Mijn eerste vraag aan een cliënt is altijd: 'Wat wil je met sporten bereiken?' Vervolgens stel ik een trainingsschema op. Daarin staat welke oefening je wanneer gaat doen en hoe vaak of hoelang. Het trainingsschema kan gericht zijn op kracht, conditie, stabiliteit of lenigheid. Bij bewegen hangt alles af van een goede aansturing door het zenuwstelsel. Wanneer je bijvoorbeeld een gewicht tilt, sturen zintuigen informatie over het gewicht en je beweging naar je zenuwstelsel. Vervolgens stuurt je zenuwstelsel de juiste spieren aan zodat je in evenwicht blijft. Daarnaast regelt je zenuwstelsel dat bij inspanning je ademhaling en je hartslag worden versneld. Hierdoor krijgen je spieren voldoende zuurstof en voedingsstoffen.



2 Zenuwcellen en zenuwen

Voordat je ook maar één vinger kunt bewegen, moeten je hersenen eerst impulsen naar de juiste spieren versturen. Dat gaat vaak met een snelheid van meer dan 200 km/uur. Vandaar dat je heel snel kunt reageren. Het versturen van impulsen in het zenuwstelsel gaat via **zenuwcellen**. Het zenuwstelsel bevat miljoenen van deze zenuwcellen. Elke zenuwcel is opgebouwd uit een cellichaam en uitlopers. In het **cellichaam** bevindt zich de celkern. Door de **uitlopers** worden de impulsen voortgeleid. Uitlopers kunnen heel lang zijn.

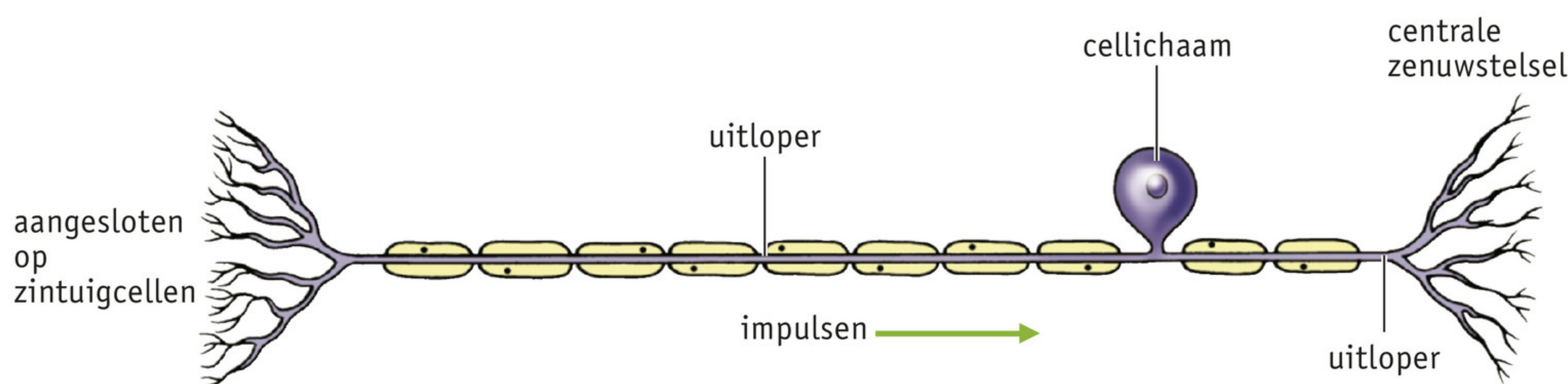
TYPEN ZENUWCELLEN

Er zijn drie typen zenuwcellen:

- gevoelszenuwcellen;
- bewegingszenuwcellen;
- schakelcellen.

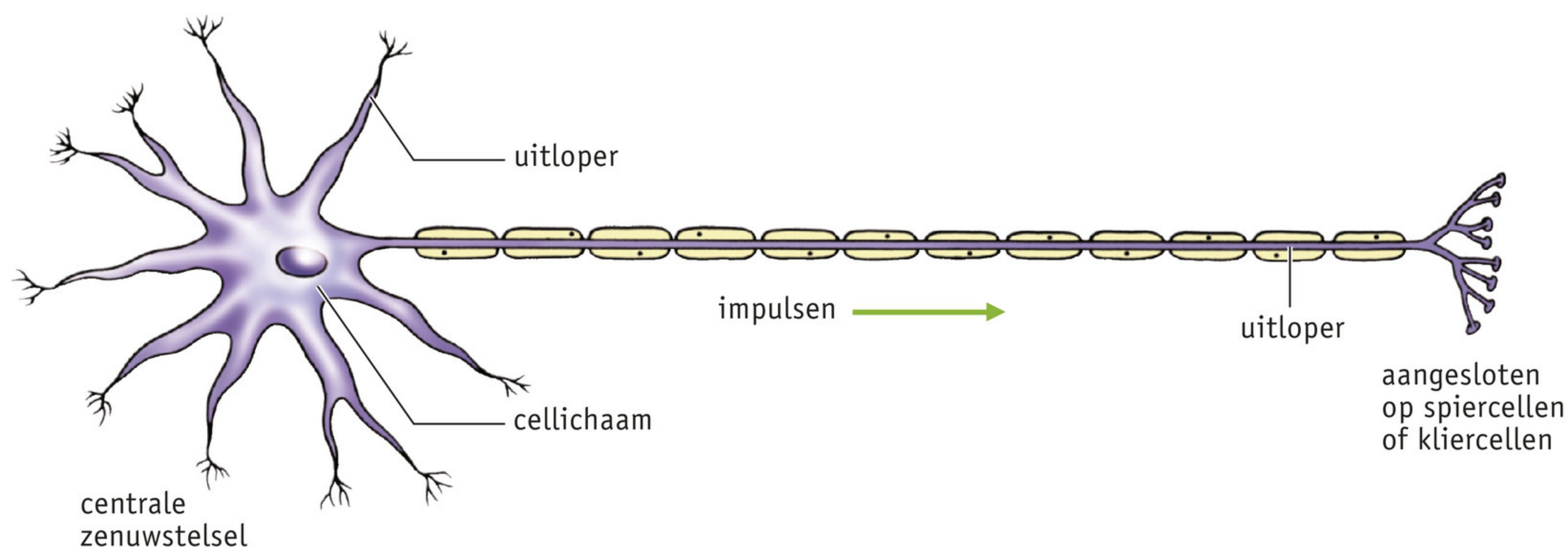
Gevoelszenuwcellen geleiden impulsen van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel (zie afbeelding 4). De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen *vlak bij* het centrale zenuwstelsel. Een gevoelszenuwcel heeft één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt. De andere uitlopers geleiden impulsen van het cellichaam naar het centrale zenuwstelsel.

▼ **Afb. 4** Een gevoelszenuwcel (schematisch).



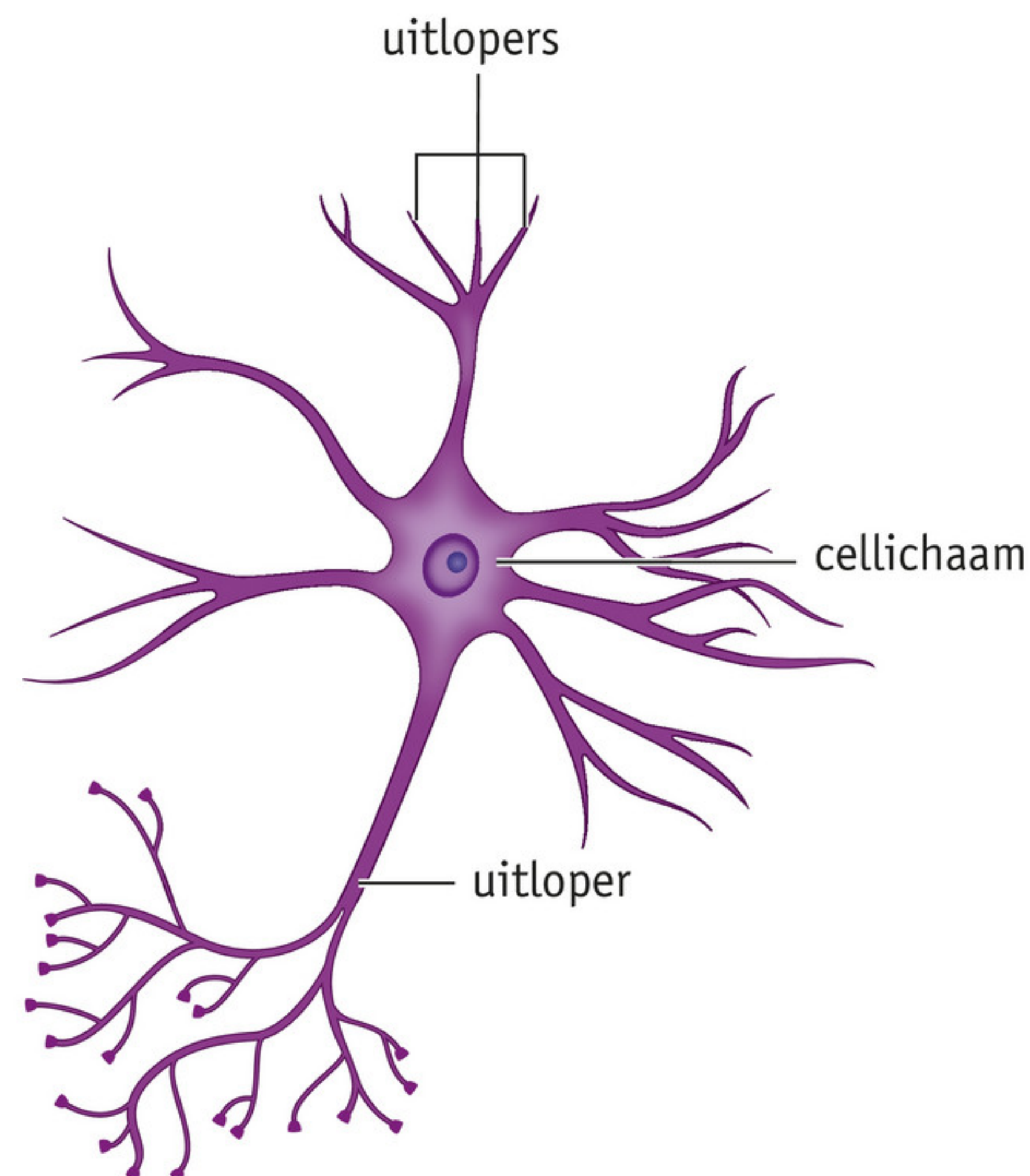
Bewegingszenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren (zie afbeelding 5). De cellichamen van bewegingszenuwcellen liggen *in* het centrale zenuwstelsel. Een bewegingszenuwcel heeft één lange uitloper die impulsen van het cellichaam naar een spier of klier geleidt.

▼ **Afb. 5** Een bewegingszenuwcel (schematisch).



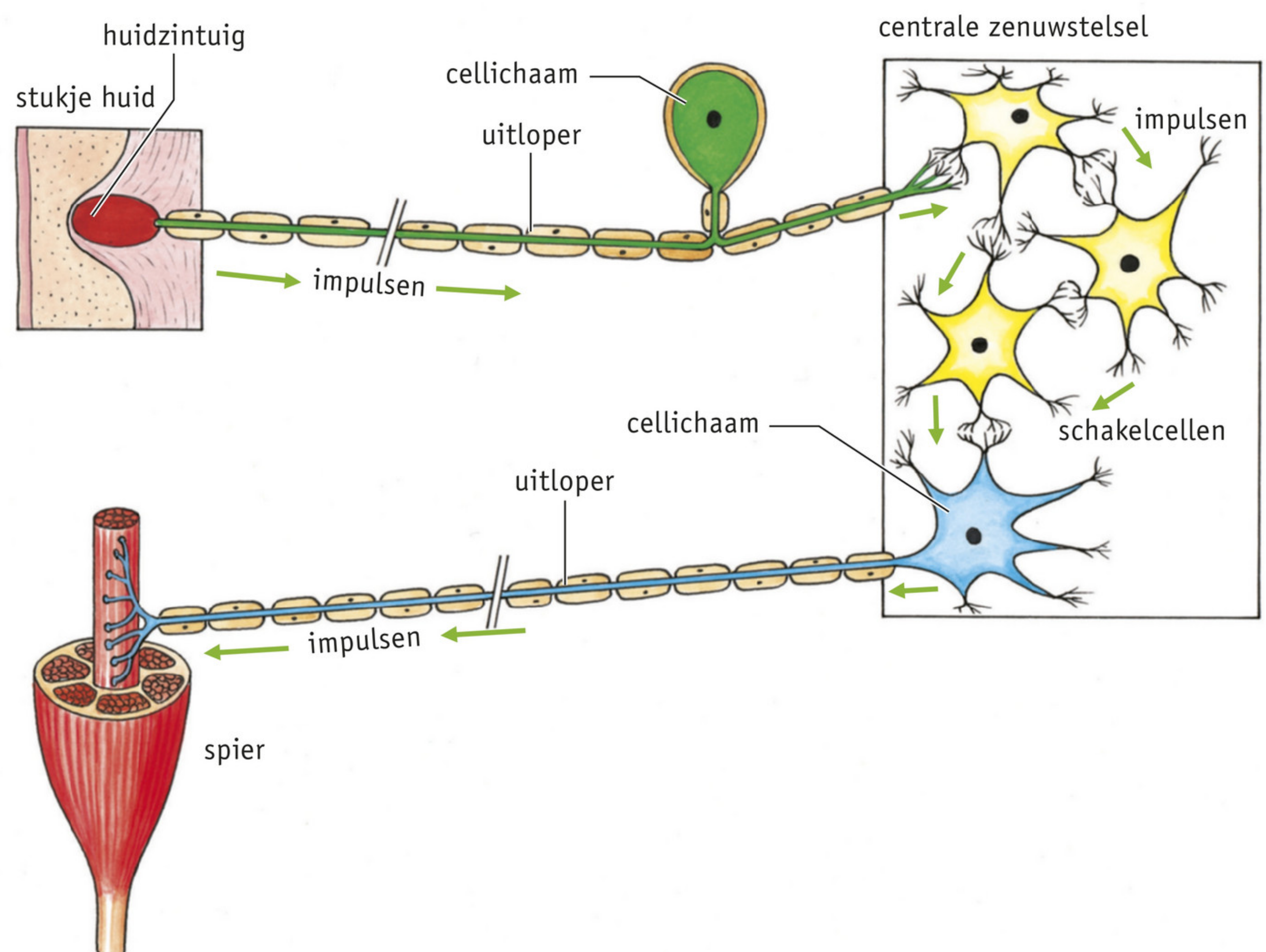
Schakelcellen geleiden impulsen binnen het centrale zenuwstelsel (zie afbeelding 6). Ze verbinden elkaar onderling. Ook verbinden ze de uitlopers van gevoelszenuwcellen met de uitlopers van bewegingszenuwcellen. Schakelcellen liggen *in hun geheel* in het centrale zenuwstelsel.

► **Afb. 6** Een schakelcel (schematisch).



In afbeelding 7 is schematisch getekend hoe de drie typen zenuwcellen impulsen aan elkaar doorgeven.

► **Afb. 7** Het doorgeven van impulsen.

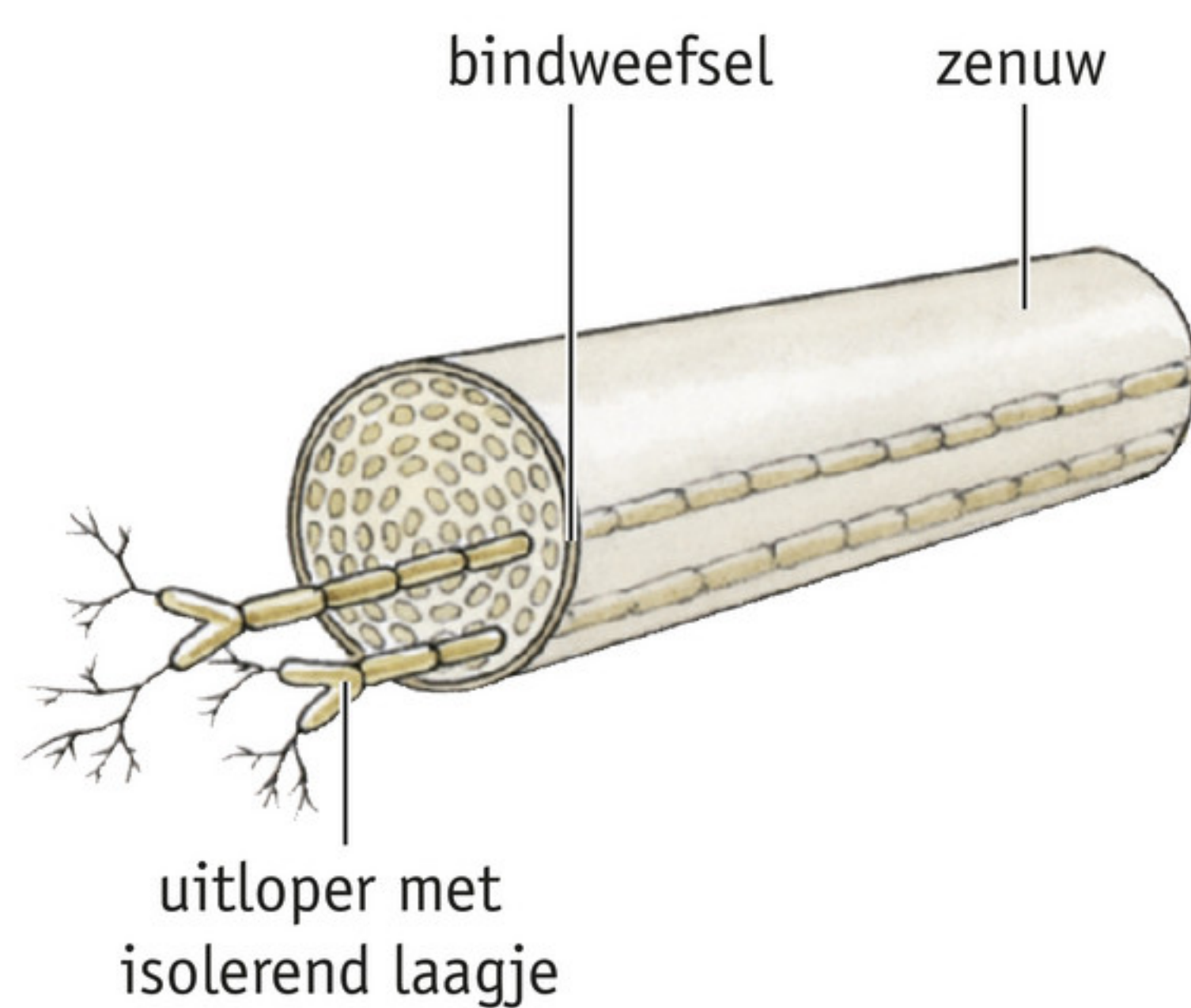


ZENUWEN

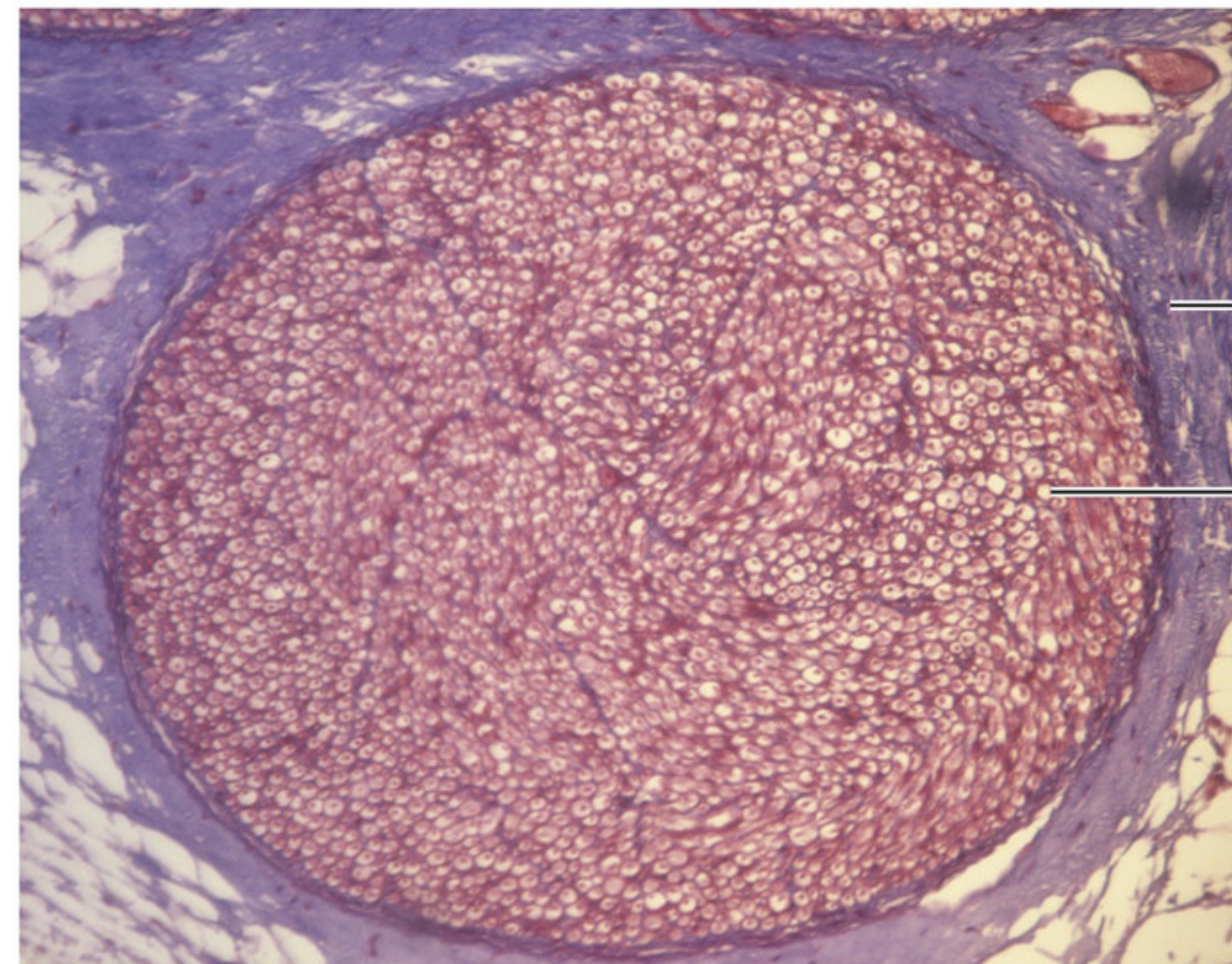
In werkelijkheid wordt nooit één impuls via één uitloper geleid. Meerdere impulsen worden via duizenden uitlopers tegelijk voortgeleid. De uitlopers liggen bij elkaar in een **zenuw** (zie afbeelding 8). Elke uitloper in een zenuw is omgeven door een dun laagje. Dat laagje isoleert de uitlopers van elkaar zodat impulsen binnen een uitloper blijven.

Om een zenuw heen ligt bindweefsel. Het **bindweefsel** is een stevige laag die zorgt voor bescherming van de zenuw.

▼ **Afb. 8** Zenuw met uitlopers.

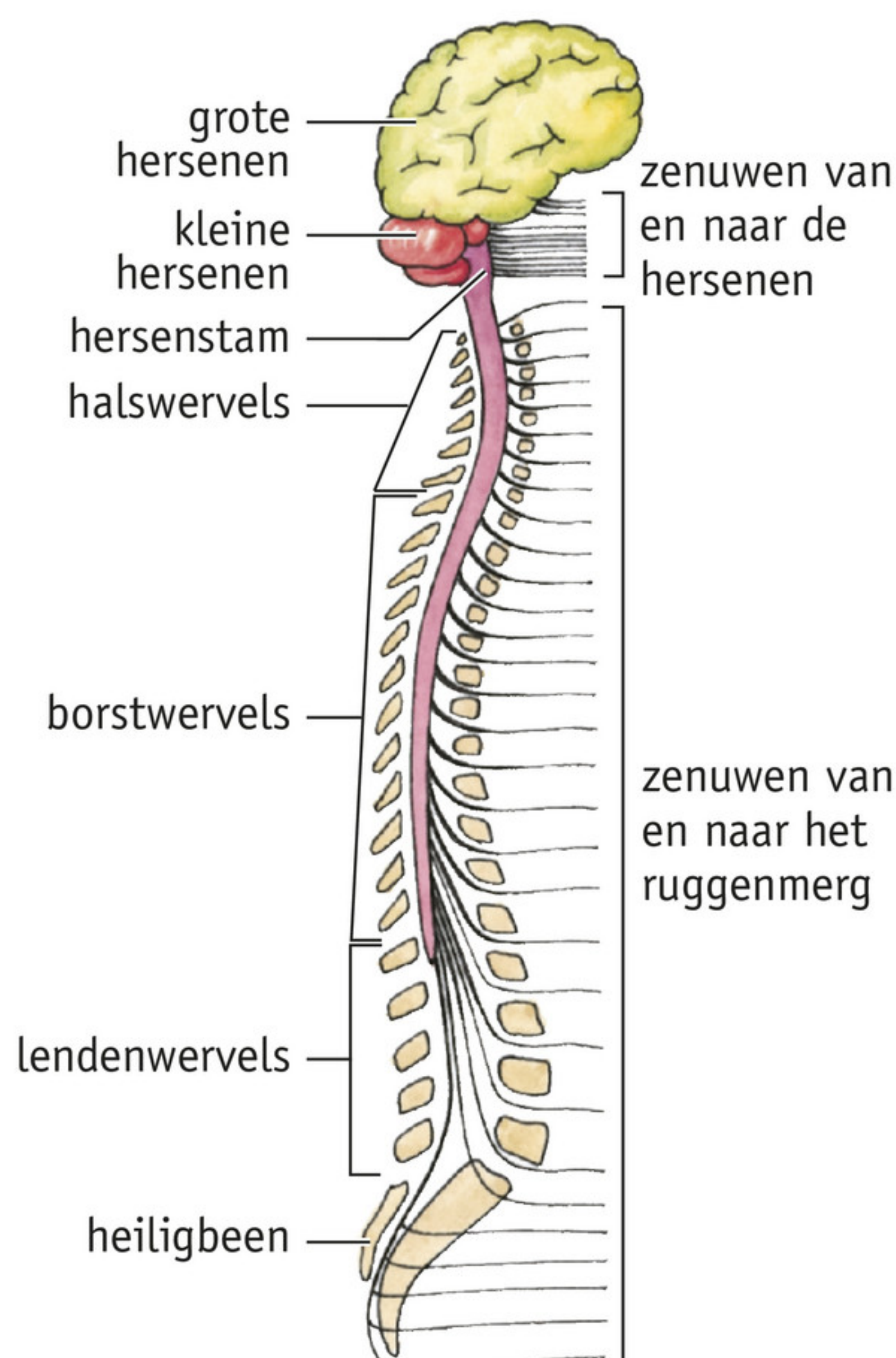


1 schematische tekening van een zenuw



2 microscopische foto van een dwarsdoorsnede van een zenuw

▼ **Afb. 9** Gemengde zenuwen sluiten op het centrale zenuwstelsel aan (schematisch).



Er zijn drie typen zenuwen:

- gevoelszenuwen;
- bewegingszenuwen;
- gemengde zenuwen.

Een **gevoelszenuw** bevat alleen uitlopers van gevoelszenuwcellen. Voorbeelden van gevoelszenuwen zijn de oogzenuwen. Oogzenuwen geleiden impulsen van de zintuigcellen in je ogen naar je hersenen.

Een **bewegingszenuw** bevat alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen. Een **gemengde zenuw** bevat uitlopers van gevoelszenuwcellen en uitlopers van bewegingszenuwcellen.

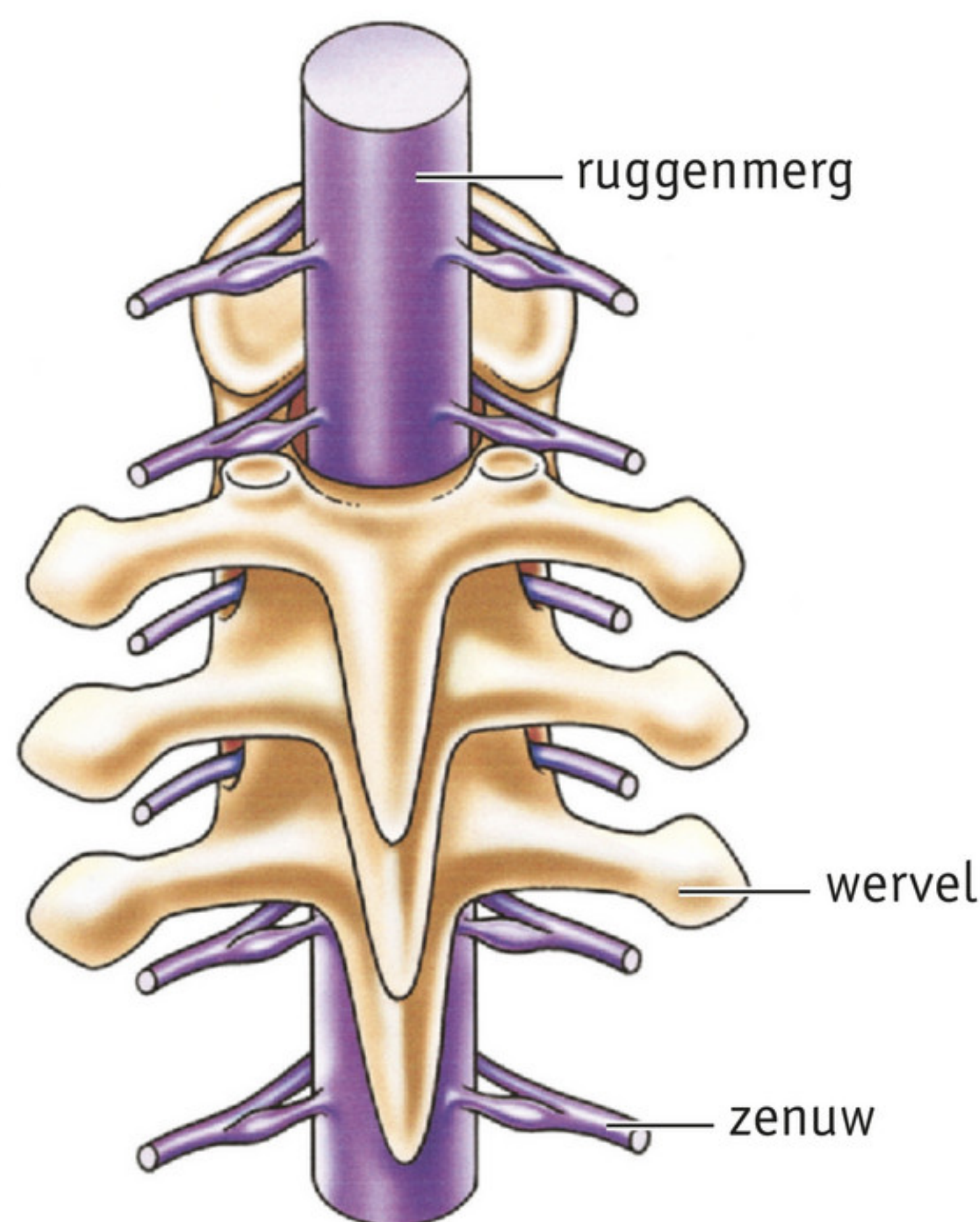
De meeste zenuwen in je lichaam zijn gemengde zenuwen. De zenuwen die impulsen geleiden van en naar je romp en van je ledematen (armen en benen) komen bij het ruggenmerg aan. De zenuwen die impulsen geleiden van en naar je hoofd en hals komen bij de hersenstam aan (zie afbeelding 9).

Uitlopers en dus ook zenuwen kunnen heel lang zijn. Soms zijn ze wel een meter lang. De impulsen leggen dan een grote afstand af door de zenuwen.

WB OPDRACHT 6 T/M 15 BLZ. 9

3 Het ruggenmerg

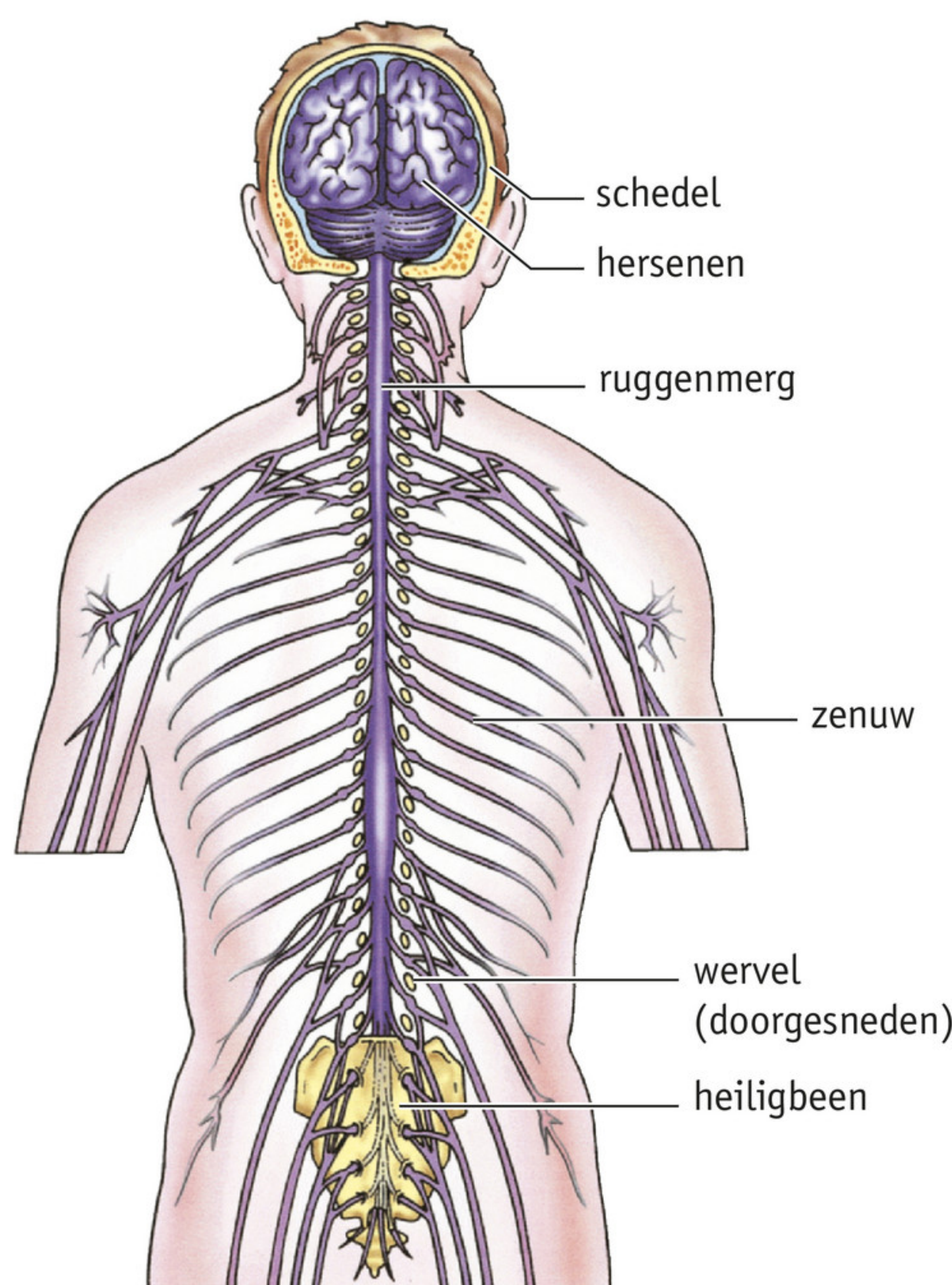
▼ **Afb. 10** Bescherming van het ruggenmerg.



Alle gewervelde dieren hebben een wervelkolom. De wervels beschermen een belangrijk deel van het zenuwstelsel: het ruggenmerg. Het **ruggenmerg** verbindt veel zenuwen met de hersenen.

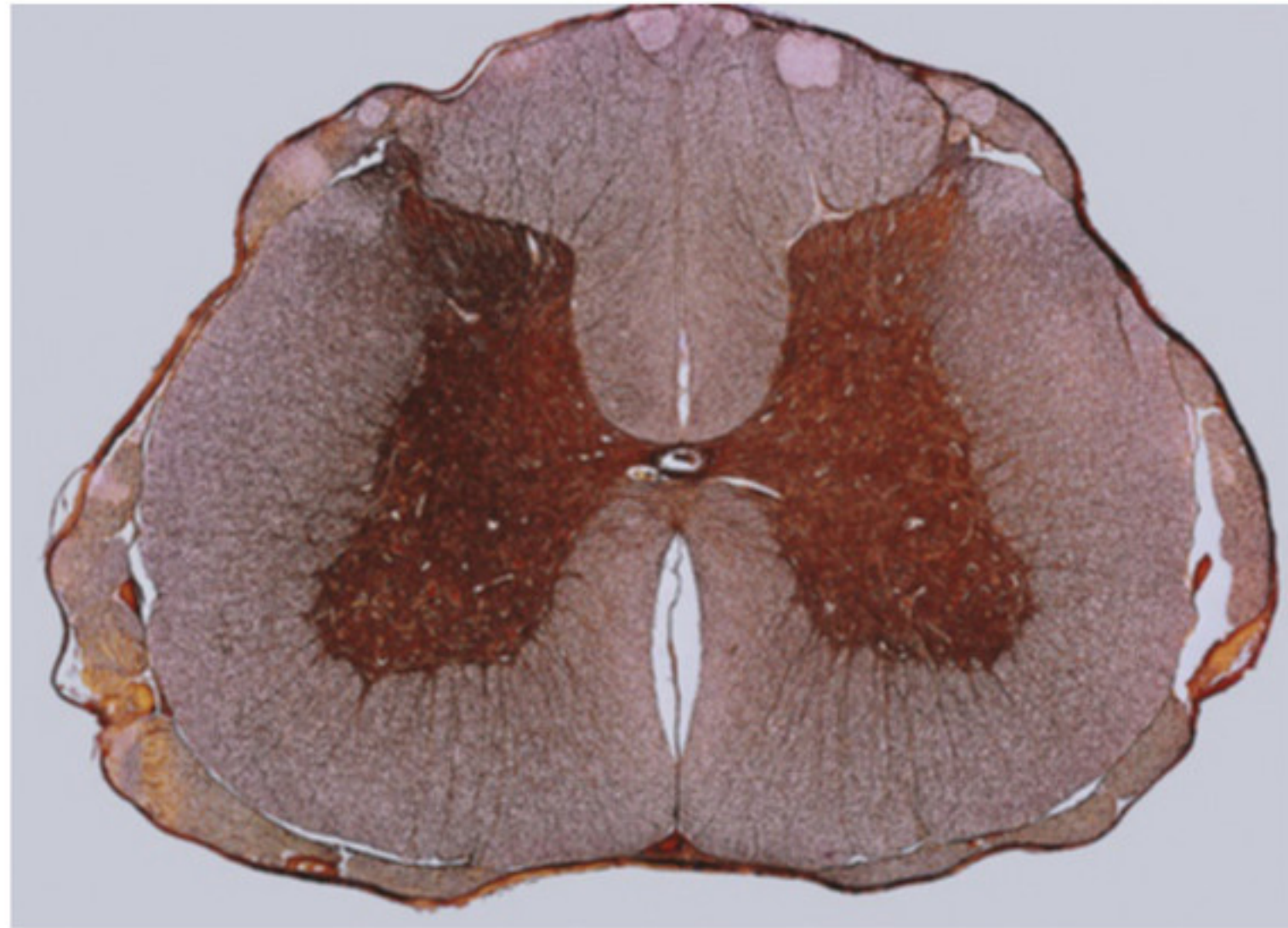
Het ruggenmerg ligt in het **wervelkanaal**: een opening in de wervels (zie afbeelding 10). Het ruggenmerg begint bij de hersenstam en eindigt bij de lendenwervels onder aan de rug. Tussen twee wervels komt steeds aan elke kant een zenuw uit het ruggenmerg (zie afbeelding 11).

▼ **Afb. 11** De zenuwen zijn met de hersenen verbonden door het ruggenmerg.

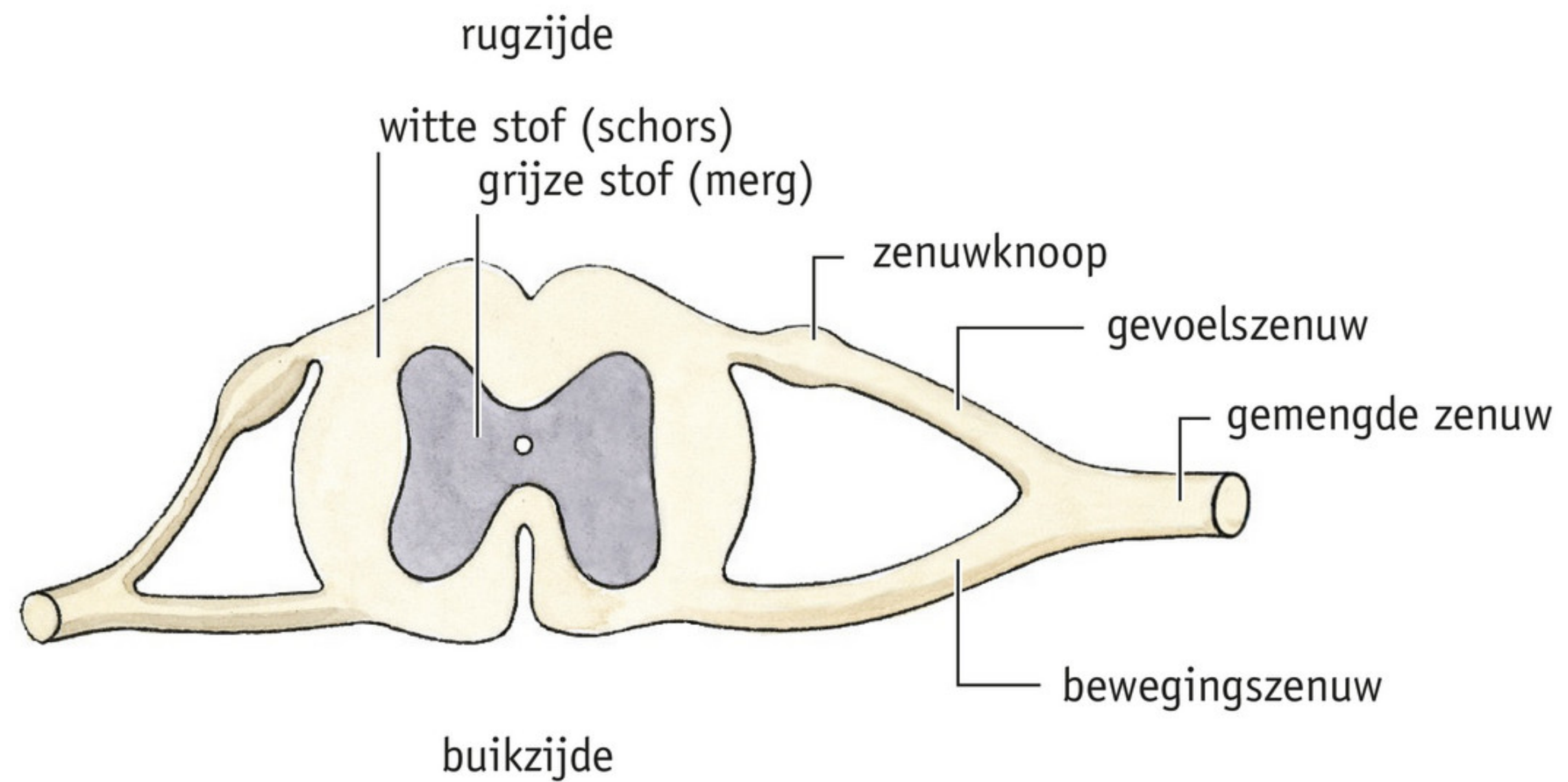


GRIJZE STOF EN WITTE STOF

In afbeelding 12 zie je een foto en een schematische tekening van een dwarsdoorsnede van het ruggenmerg. In het midden ligt de **grijze stof**, met de cellichamen van schakelcellen en van bewegingszenuwcellen. Aan de buitenzijde vind je de **witte stof**. Hierin liggen veel uitlopers. De uitlopers geleiden impulsen van en naar de hersenen, dus omlaag en omhoog. Om de uitlopers heen liggen isolerende laagjes die de witte kleur veroorzaken. Vlak bij het ruggenmerg splitsen de gemengde zenuwen zich in gevoelszenuwen en bewegingszenuwen. De bewegingszenuwen komen het ruggenmerg aan de buikzijde binnen. De gevoelszenuwen liggen aan de rugzijde. De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen bij elkaar in verdikkingen. Deze verdikkingen heten **zenuwknopen**.

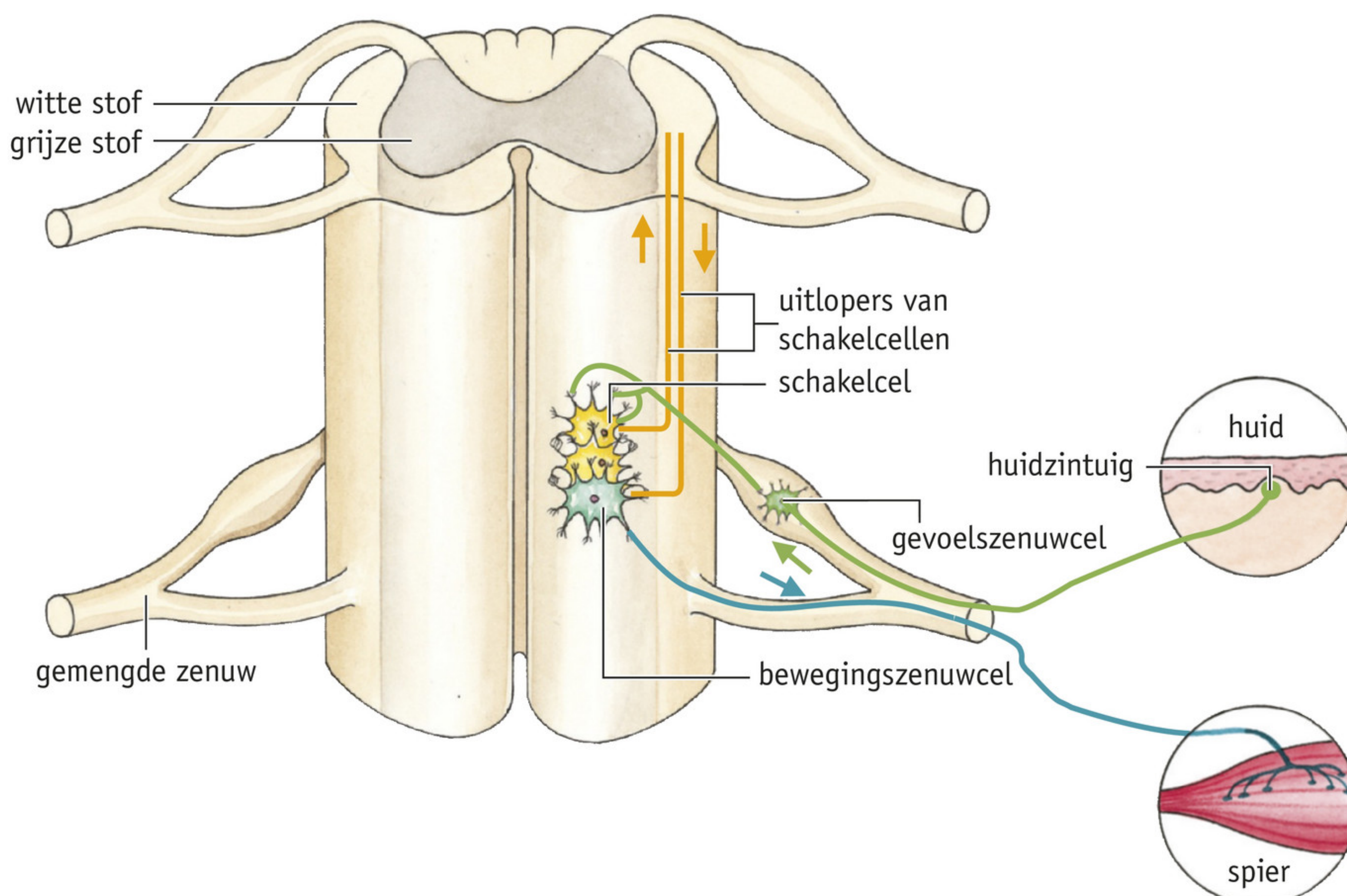
▼ **Afb. 12** Ruggenmerg.

1 microscopische foto (dwarsdoorsnede)



2 schematisch

In afbeelding 13 is getekend hoe de zenuwcellen in het ruggenmerg elkaar verbinden. Uitlopers van de gevoelszenuwcellen verbinden de cellichamen van de gevoelszenuwcellen met de cellichamen van schakelcellen in de grijze stof. Uitlopers van de schakelcellen verbinden de cellichamen van schakelcellen met de cellichamen van bewegingszenuwcellen in de grijze stof. Andere uitlopers van de schakelcellen lopen door de witte stof van en naar de hersenen. Uitlopers van bewegingszenuwcellen verlaten het ruggenmerg aan de buikzijde in bewegingszenuwen. De bewegingszenuwen komen uit in de gemengde zenuwen.

WB OPDRACHT 16 T/M 21 BLZ. 16▼ **Afb. 13** Overzicht van de ligging van zenuwcellen in het ruggenmerg en daarbuiten (schematisch).

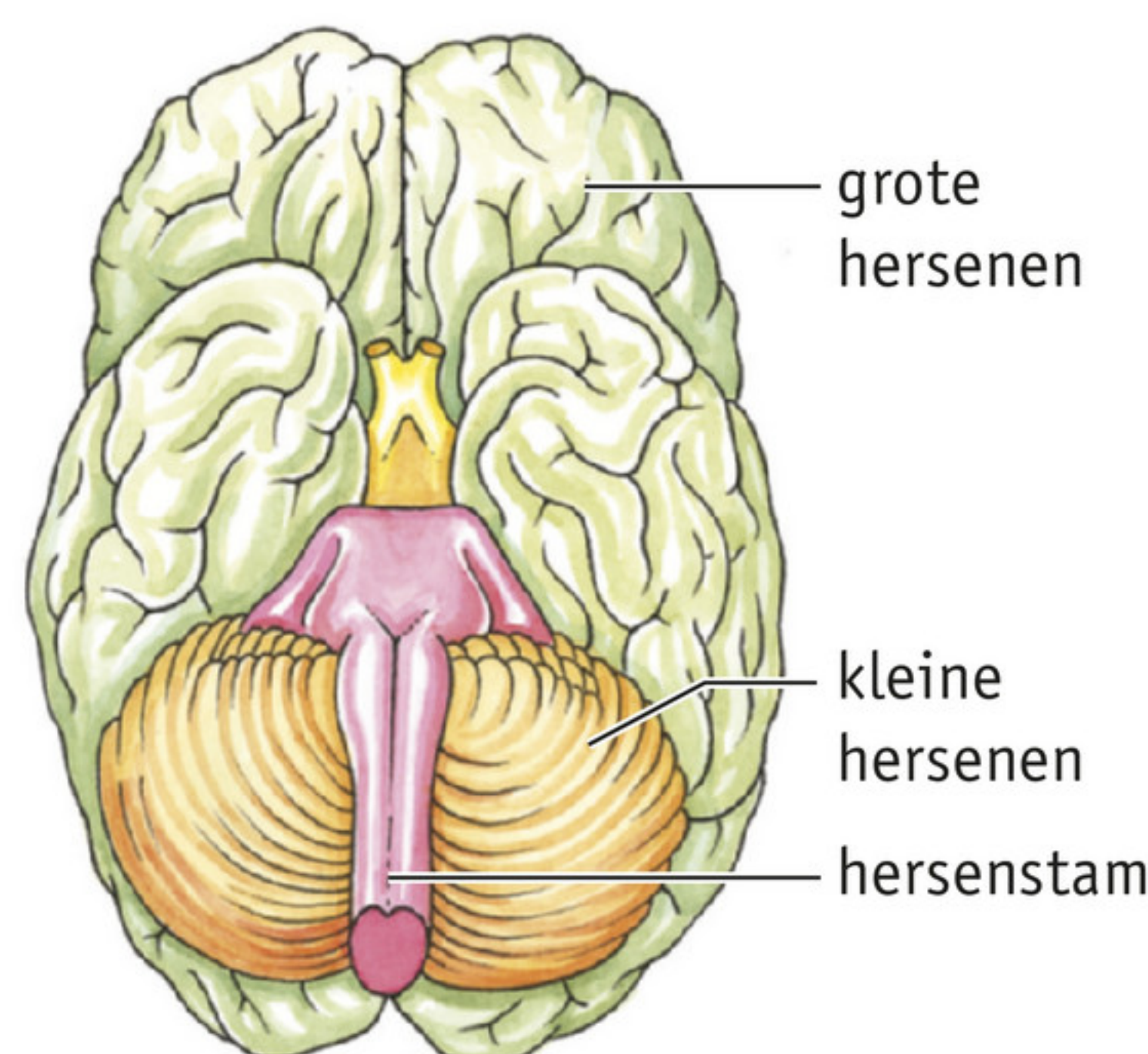
4 De hersenen

Je hersenen bestaan uit de hersenstam, de grote hersenen en de kleine hersenen (zie afbeelding 14).

De **hersenstam** ligt in het verlengde van het ruggenmerg. De hersenstam geleidt impulsen:

- van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen, en in omgekeerde richting;
- van zintuigen in hoofd en hals naar de grote en kleine hersenen;
- van de grote en kleine hersenen naar de spieren en klieren in hoofd en hals.

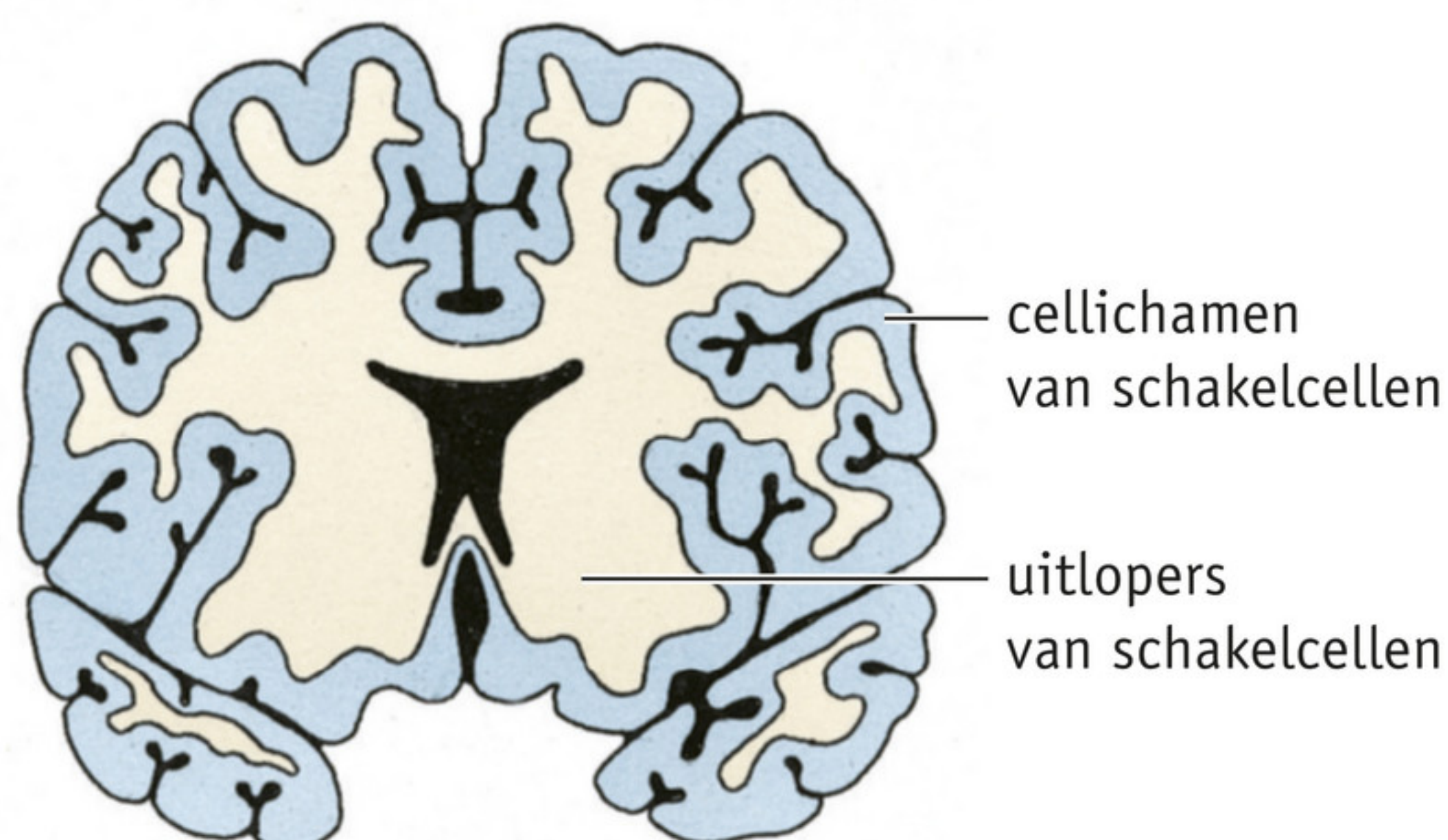
► **Afb. 14** De hersenen (onderaanzicht).



Naast het geleiden van impulsen stuurt de hersenstam ook belangrijke levensfuncties aan, zoals de hartslag, de ademhaling, de bloeddruk en de temperatuur van het lichaam.

De grote hersenen en de kleine hersenen bestaan elk uit twee helften, een linkerhelft en een rechterhelft. Vooral de grote hersenen zijn sterk geplooid (zie afbeelding 15). In de hersenschors (het buitenste gedeelte) van de grote en de kleine hersenen ligt de **grijze stof** met de cellichamen van de schakelcellen van de hersenen. In het binnenste gedeelte ligt de **witte stof**. Hierin liggen de uitlopers van schakelcellen.

► **Afb. 15** De grote hersenen (dwarsdoorsnede).

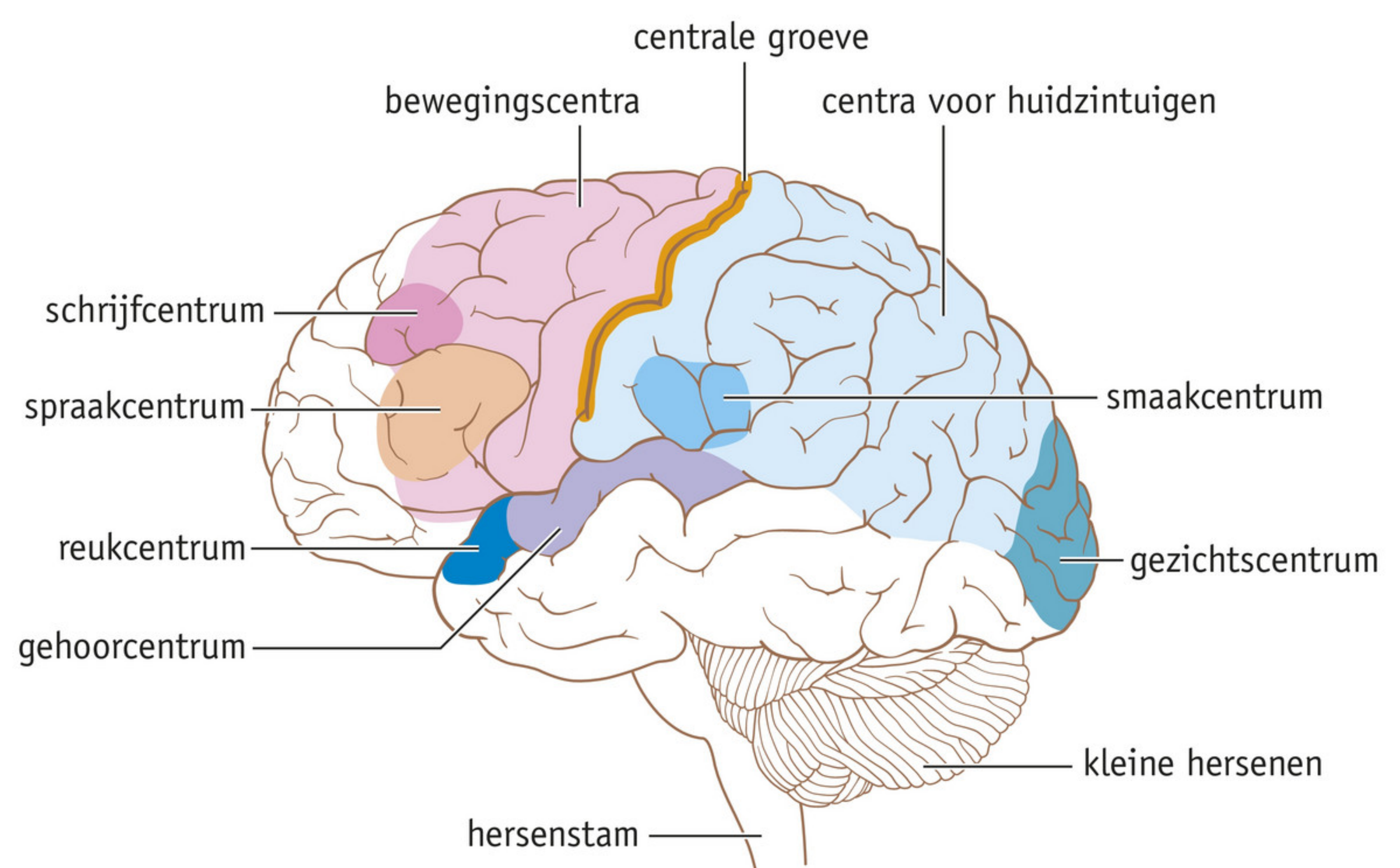


HERSENCENTRA

De **grote hersenen** verwerken zeer veel impulsen die afkomstig zijn van zintuigen. Pas als in de grote hersenen de impulsen zijn verwerkt, word je je bewust van een prikkel. De plaats waar impulsen in de grote hersenen aankomen en worden verwerkt, bepaalt welke waarneming je doet. In de grote hersenen liggen de cellichamen van de schakelcellen in groepen bij elkaar: de **hersencentra** (zie afbeelding 16). Deze worden onderverdeeld in gevoelscentra en bewegingscentra. **Gevoelscentra** ontvangen informatie van zintuigen. **Bewegingscentra** sturen spieren of klieren aan.

Voor elk lichaamsdeel is er in elke hersenhelft een centrum voor bewegen en voelen.

► **Afb. 16** De hersenen met de ligging van de hersencentra (schematisch).



▼ **Afb. 17** De kleine hersenen zorgen voor de coördinatie van alle bewegingen.



1 bij het vangen van een bal



2 bij het bewaren van het evenwicht

In de gevoelscentra worden binnenkomende impulsen verwerkt. In de gezichtscentra bijvoorbeeld komen impulsen aan die afkomstig zijn van gevoelszenuwen van je ogen. Doordat deze impulsen worden verwerkt, zie je iets. Als er in de gezichtscentra een storing optreedt, kun je blind worden terwijl je ogen goed blijven functioneren. Doordat de grote hersenen binnenkomende impulsen verwerken, vindt bewuste gewaarwording (bewuste waarneming) van prikkels plaats.

In de bewegingscentra kunnen impulsen ontstaan. Deze impulsen kunnen via het centrale zenuwstelsel en bewegingszenuwen naar spieren worden geleid. Ze veroorzaken bewegingen die je bewust maakt. We noemen dit bewuste of gewilde bewegingen.

Vaak voer je veel bewegingen tegelijkertijd uit. De **kleine hersenen** zorgen ervoor dat alle bewegingen van je lichaam op elkaar zijn afgestemd. Dit wordt coördinatie genoemd. Hierdoor kun je bijvoorbeeld een bal vangen of je evenwicht bewaren (zie afbeelding 17).

WB PRACTICUM 2 BLZ. 47

- ▼ **Afb. 18** Medicijnen kunnen de rijvaardigheid beïnvloeden.



BEÏNVLOEDING VAN HET ZENUWSTELSEL

Er zijn veel stoffen die de werking van het zenuwstelsel beïnvloeden. Voorbeelden daarvan zijn medicijnen, tabak, drugs en alcohol. Deze stoffen kunnen het doorgeven van impulsen remmen of juist stimuleren. Sommige medicijnen worden voorgeschreven om de werking van het zenuwstelsel te remmen. Voorbeelden hiervan zijn pijnstillers, slaapmiddelen en kalmeringsmiddelen. Zij maken je suf. Hierdoor nemen je waarnemingsvermogen en je reactievermogen af. Zeker in het verkeer is dat erg gevaarlijk. Op de verpakking van medicijnen staat daarom of het medicijn de rijvaardigheid kan beïnvloeden (zie afbeelding 18).

Aan het gebruiken van alcohol, tabak en drugs zijn gezondheidsrisico's verbonden. Bovendien kun je er verslaafd aan raken. Bij het roken van tabak bijvoorbeeld stimuleert nicotine de hersenen om stoffen aan te maken die je een goed gevoel geven. Je hebt alleen steeds meer van deze stoffen nodig om hetzelfde goede gevoel te krijgen.

Stimulerende drugs zoals xtc, cocaïne en speed geven je het gevoel dat je meer energie hebt. Verdovende drugs zoals hasj en wiet (of cannabis) geven je een ontspannen gevoel. Xtc, hasj en wiet vervormen daarnaast ook de waarnemingen die je zintuigen doen.

Alcohol heeft een verdovende werking op het zenuwstelsel. Voor jongeren zijn de risico's veel groter dan voor volwassenen (zie afbeelding 19).

WB OPDRACHT 22 T/M 31 BLZ. 20

- ▼ **Afb. 19**

Meer problemen bij vroeg drinken

Uit onderzoek blijkt dat het drinken van alcohol op jonge leeftijd schadelijk is voor de gezondheid. In de puberteit ben je in de groei. Ook je hersenen zijn nog tot je 24e jaar in ontwikkeling.

Kortetermijneffecten

Drinken zorgt ervoor dat je je minder goed kunt concentreren. Ook neemt je reactievermogen af. Onder pubers komen in verhouding meer verkeersslachtoffers voor. De combinatie van alcohol en onervarenheid in het verkeer maakt het verkeer voor jongeren extra gevaarlijk. Jongeren zijn extra gevoelig voor alcohol. Hierdoor lopen ze meer risico op een black-out of alcoholvergiftiging. Een black-out betekent dat je achteraf niet meer weet wat je allemaal hebt gedaan en gezegd. Bij een alcoholvergiftiging raakt het zenuwstelsel te veel

verdoofd en raak je bewusteloos. Daarna kan een coma optreden met de dood tot gevolg.

Langetermijneffecten

Jongeren lopen meer kans om verslaafd te raken aan alcohol dan mensen die na hun 18e beginnen met drinken. Door overmatig drankgebruik kunnen de hersenen van jongeren zich niet goed ontwikkelen en ontstaat blijvende hersenschade. Dit kan leiden tot geheugenstoornissen, leerstoornissen of depressies.

5 De weg die impulsen afleggen

Bij het reageren op prikkels kunnen impulsen op verschillende manieren door het zenuwstelsel worden voortgeleid. We onderscheiden hierbij bewuste reacties en reflexen.

▼ Afb. 20 Een bewuste reactie.



BEWUSTE REACTIES

Samen met klasgenoten maak je een selfie. Je kijkt naar de camera en lacht (zie afbeelding 20). In dit geval ben je je bewust van de camera en reageer je door te lachen. Dat lachen is een **bewuste reactie**. Bij een bewuste reactie verlopen de impulsen altijd via de hersenen.

Als lichtstralen van de camera op zintuigcellen in je ogen vallen, gaan impulsen van de zintuigcellen via gevoelszenuwcellen naar schakelcellen in je grote hersenen. De impulsen komen aan in het gezichtscentrum en worden daar verwerkt. Hier word je je ervan bewust dat je de camera ziet.

Je besluit te lachen. Op dat moment ontstaan in bewegingscentra van je grote hersenen impulsen. Deze impulsen worden via de hersenstam naar bewegingszenuwcellen van je gezichtsspieren geleid: je lacht.

REFLEXEN

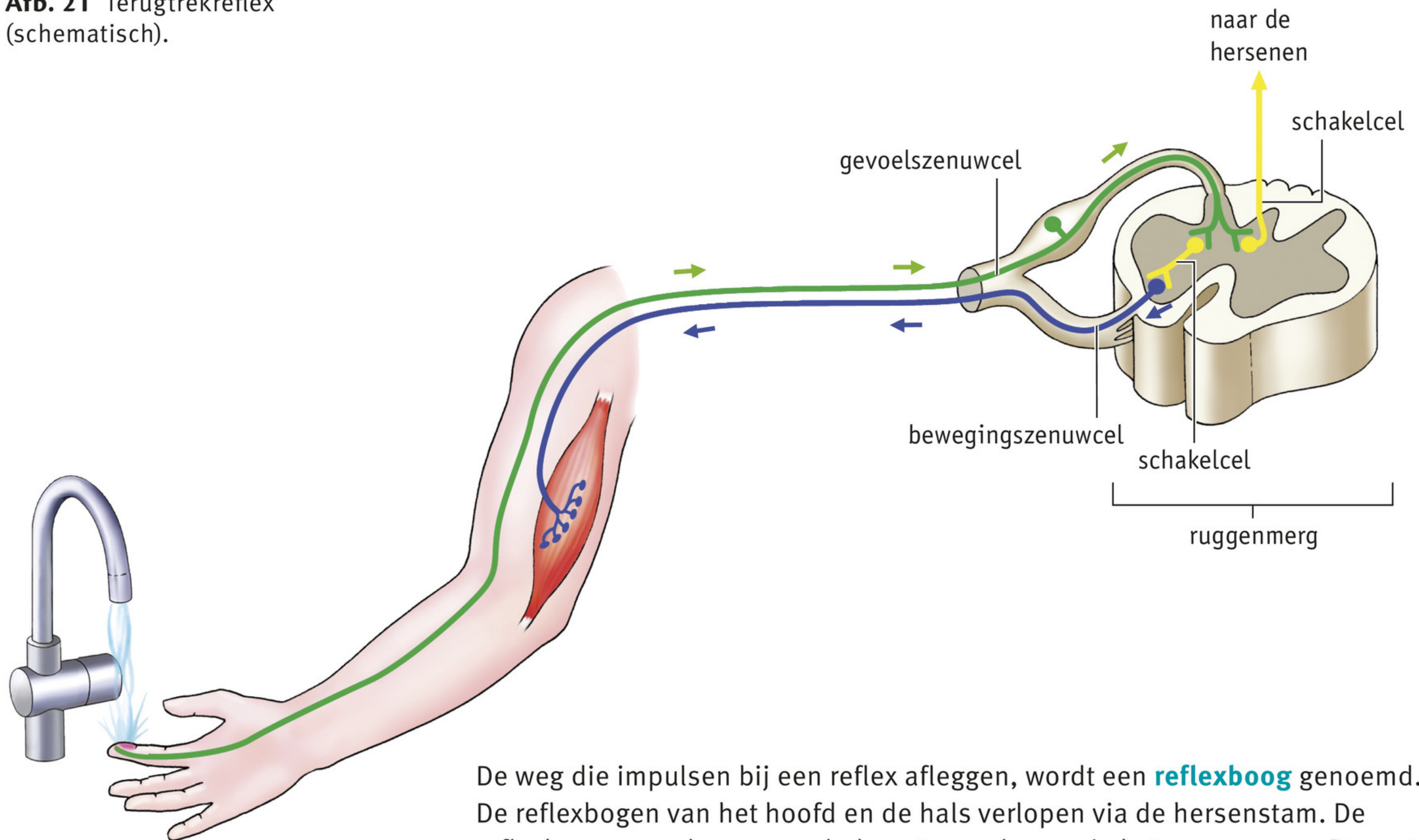
Een **reflex** is een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel. In afbeelding 21 is een voorbeeld van een terugtrekreflex schematisch getekend. Je wilt je hand afspoelen. Het water blijkt heel heet te zijn. Als je huid in aanraking komt met het hete water, trek je je hand direct terug. Pas daarna word je je bewust van de pijn.

Door het hete water op je hand ontstaan in bepaalde zintuigcellen in je huid impulsen. Gevoelszenuwcellen geleiden deze impulsen naar schakelcellen in je ruggenmerg. De schakelcellen geleiden de impulsen direct door naar bewegingszenuwcellen. De bewegingszenuwcellen geleiden de impulsen naar spiercellen in je armspieren. Hierdoor trekken je armspieren zich samen: je trekt je arm terug.

Ook geleiden schakelcellen in je ruggenmerg impulsen naar je hersenen (zie afbeelding 21). De weg die de impulsen naar de hersenen afleggen, is langer dan de weg naar de armspieren. Daardoor trek je eerst je hand terug en voel je pas daarna de pijn.

De snelheid van reflexen is vaak nodig om je lichaam te beschermen tegen beschadigingen (zie afbeelding 22). De meeste reflexen hebben een functie bij het handhaven van bepaalde houdingen van je lichaam en bij bewegingen. Bij deze reflexen gaan geen impulsen naar je hersenen. Je bent je dus niet bewust van deze reflexen. Een voorbeeld hiervan zijn strekreflexen: als een spier wordt gestrekt, trekt de spier in een reflex samen.

▼ **Afb. 21** Terugtrekreflex (schematisch).



De weg die impulsen bij een reflex afleggen, wordt een **reflexboog** genoemd. De reflexbogen van het hoofd en de hals verlopen via de hersenstam. De reflexbogen van de romp en ledematen verlopen via het ruggenmerg. De grote hersenen maken geen deel uit van reflexbogen. Toch komen bij sommige reflexen ook impulsen in de grote hersenen aan.

WB OPDRACHT 32 T/M 39 BLZ. 28

WB PRACTICUM 3 EN 4 BLZ. 48

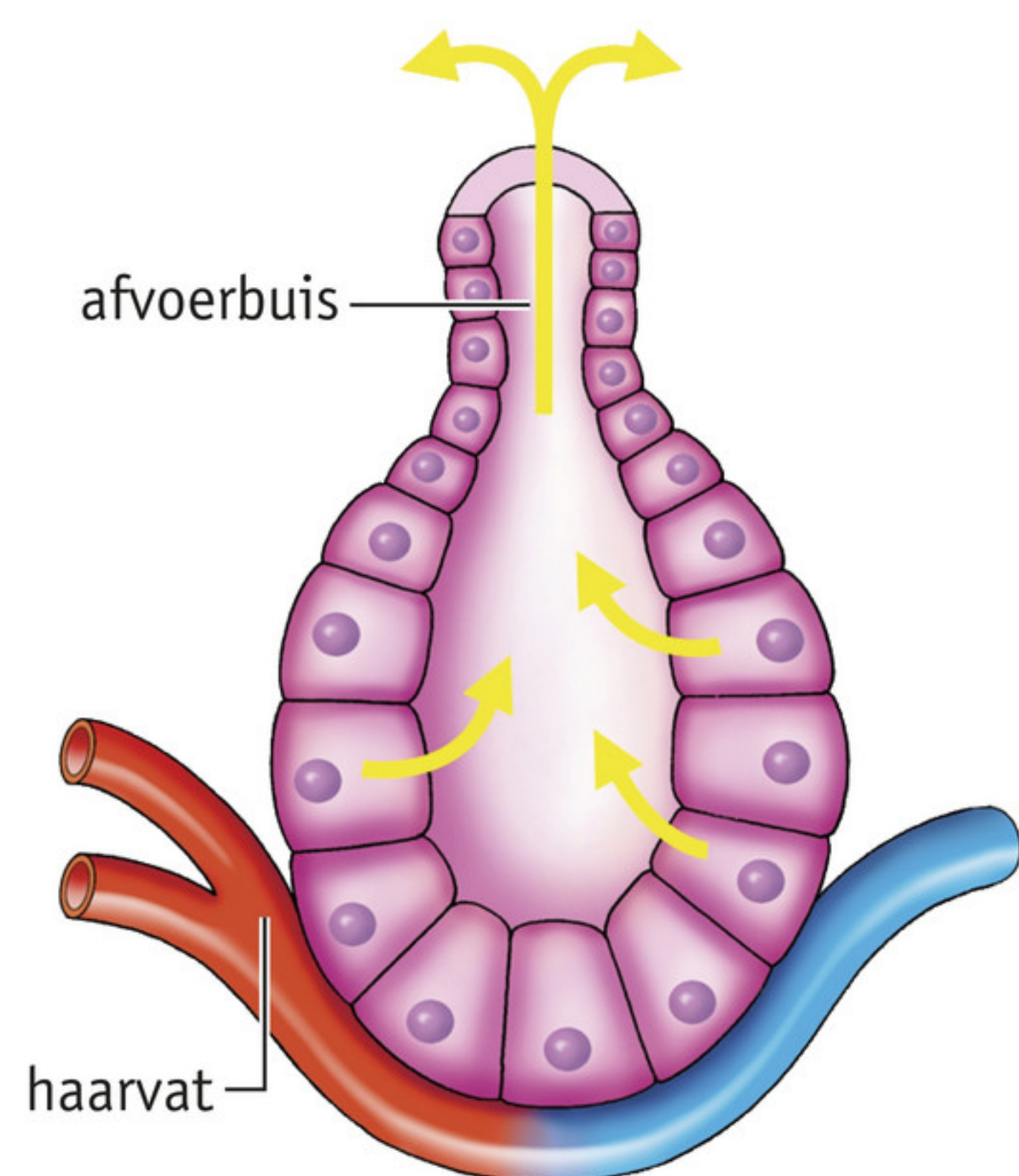
► **Afb. 22** Reflexen beschermen het lichaam tegen beschadigingen.



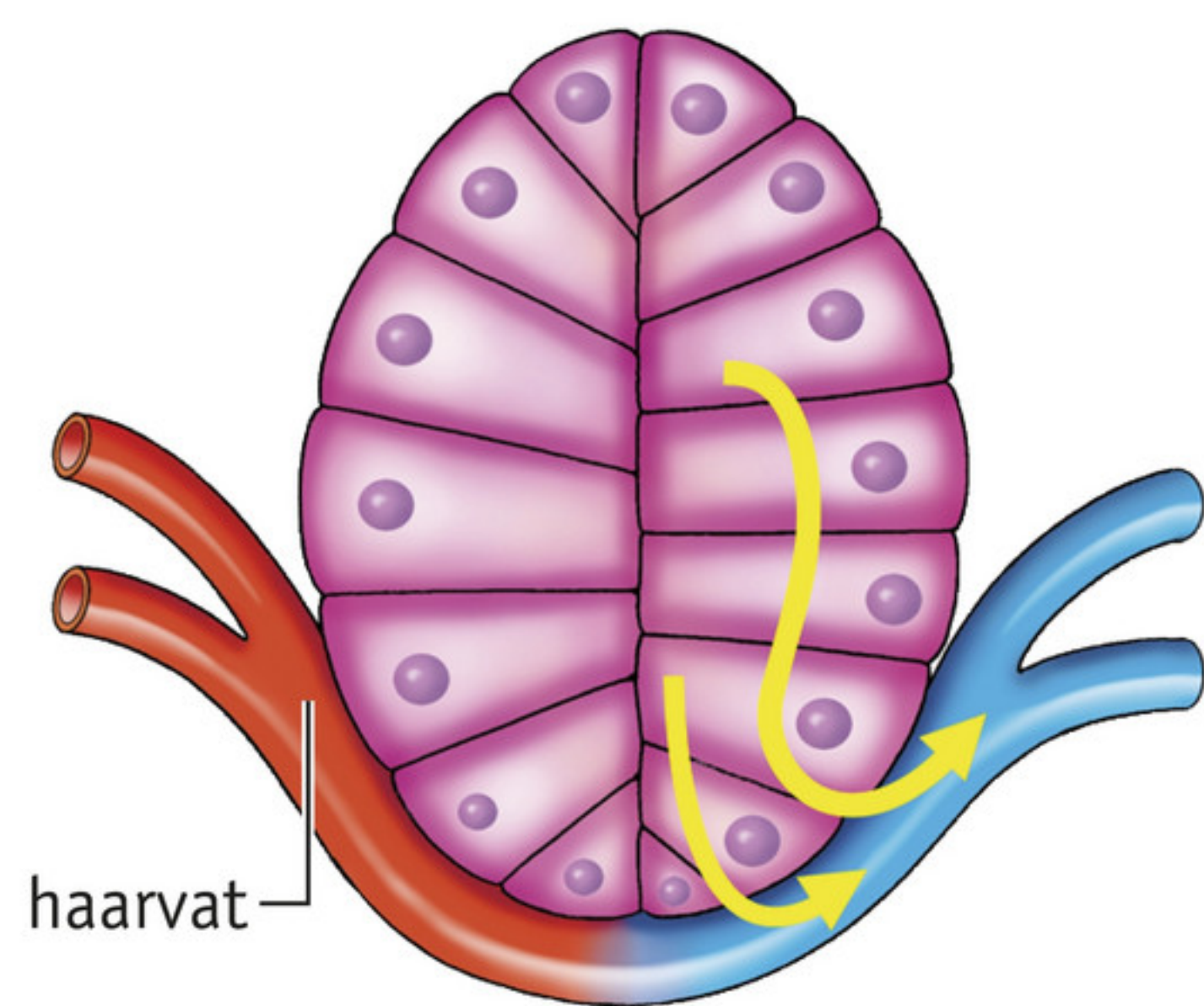
6

Het hormoonstelsel

▼ Afb. 23 Klieren (schematisch).



1 klier met afvoerbuiss



2 hormoonklier

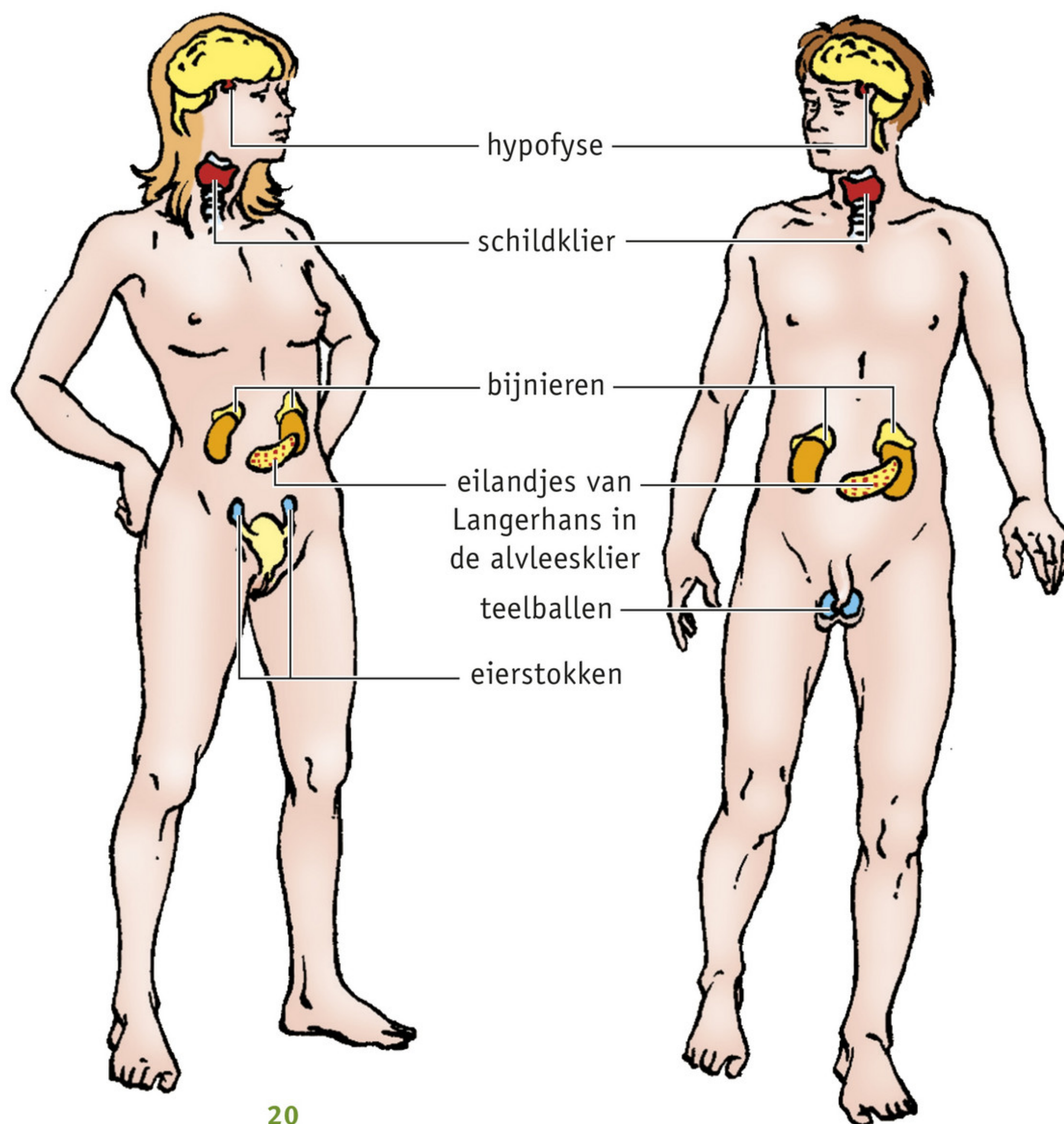
Als je verliefd bent, slaat je hoofd op hol en voel je vlinders in je buik. Je kunt nergens anders meer aan denken en krijgt geen hap meer door je keel. Het zijn onder andere hormonen die je dit gevoel van verliefdheid geven. Ook ongemerkt doen veel hormonen hun dagelijks werk.

Het hormoonstelsel bestaat uit een aantal **hormoonklieren**. Een klier bevat cellen die bepaalde stoffen produceren. Hormoonklieren produceren **hormonen**. Dit zijn stoffen die de werking van bepaalde organen regelen. Bij veel klieren worden de geproduceerde stoffen afgevoerd via afvoerbuizen (zie afbeelding 23.1). Voorbeelden van zulke klieren zijn speekselklieren, zweetklieren en traanklieren. Hormoonklieren hebben geen afvoerbuizen (zie afbeelding 23.2). Zij geven de hormonen af aan het bloed dat door de hormoonklieren stroomt. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. Een hormoon is echter alleen werkzaam in weefsels en organen die voor dat hormoon gevoelig zijn.

Het hormoonstelsel regelt vooral langzame, langdurige processen. Hormonen zijn onder andere van invloed op de groei en ontwikkeling, op de stofwisseling en op de voortplanting. In afbeelding 24 is de ligging van enkele belangrijke hormoonklieren getekend.

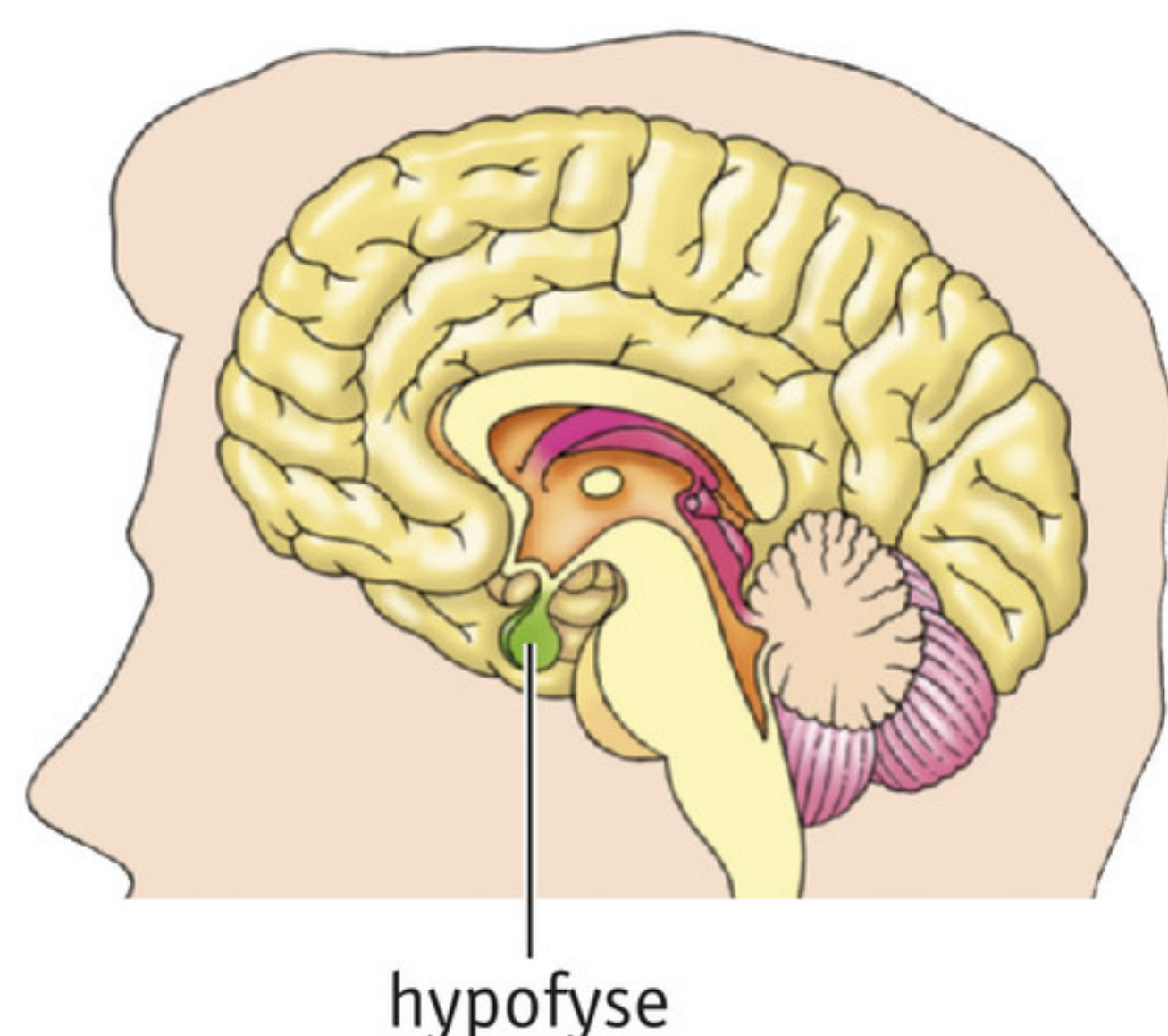
WB OPDRACHT 40 T/M 46 BLZ. 33

▼ Afb. 24 De ligging van enkele belangrijke hormoonklieren.



7 De hypofyse en de schildklier

▼ Afb. 25 De ligging van de hypofyse.



▼ Afb. 26

Je trekt je favoriete spijkerbroek aan en werpt een blik in de spiegel. Je broekspijpen zijn alweer te kort geworden! Het is duidelijk dat je nog niet klaar bent met groeien. Bij de groei en ontwikkeling spelen de hypofyse en de schildklier een belangrijke rol.

DE HYPOFYSE

De **hypofyse** ligt tegen de onderzijde van de hersenen, tussen de beide hersenhelften in (zie afbeelding 25). De hypofyse produceert verschillende hormonen.

Een van die hormonen regelt de groei van de beenderen van het skelet. Hoeveel je van dit **groeihormoon** maakt, bepaalt hoe lang je kunt worden (zie afbeelding 26). In de puberteit zorgt een toename in de productie van groeihormoon voor een groeispurt. Als de hypofyse te veel van dit groeihormoon produceert, ontstaat reuzengroei. Produceert de hypofyse te weinig groeihormoon, dan ontstaat dwerggroei.

Daarnaast produceert de hypofyse hormonen die de werking van andere hormoonklieren beïnvloeden (zie afbeelding 27).

Lang, langer, langst

Nederlanders zijn het langste volk van Europa. Inmiddels zijn er in Nederland 800 000 mensen die officieel 'lang' kunnen worden genoemd. Dat zijn vrouwen van meer dan 1,80 meter en mannen van meer dan 1,90 meter.

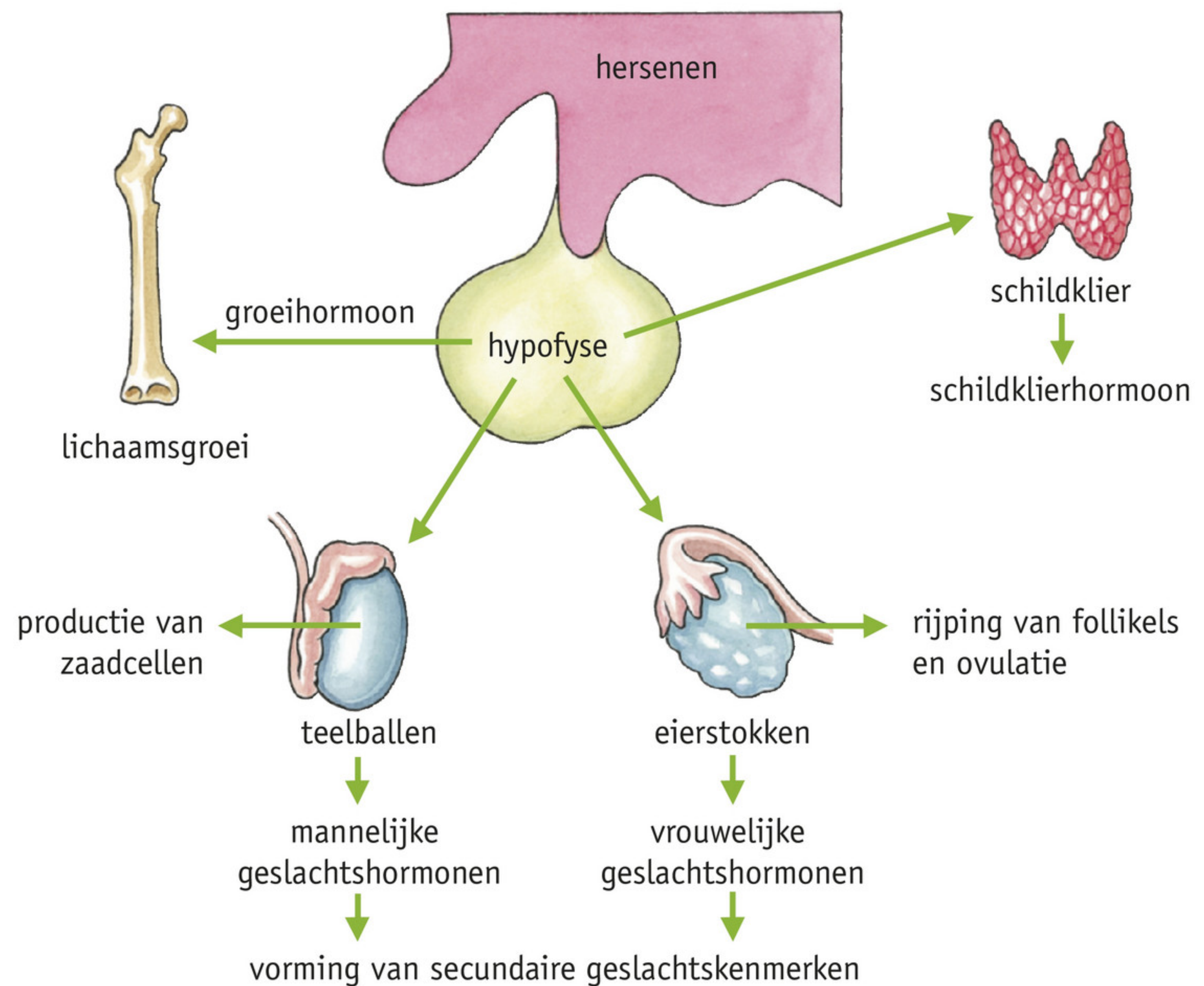
Lang zijn kan handig zijn. Je kunt overal bij en kijkt over iedereen uit. Maar het kan ook ongemakkelijk zijn. Bijvoorbeeld als je moet bukken voor elke deurpost, als je je benen niet kwijt kunt in het openbaar vervoer en als maar weinig kleding jou past.

Als je nog in de groei bent, kan je uiteindelijke lengte worden voorspeld. Als blijkt dat de voorspelde lengte boven een bepaalde norm ligt, kan de groei met een hormoonbehandeling worden onderdrukt. Ook kan een operatie aan de groeischijven van de benen worden uitgevoerd. Deze groeischijven bevinden zich in de beenderen net boven en onder de knie. In groeischijven vindt lengtegroei plaats.

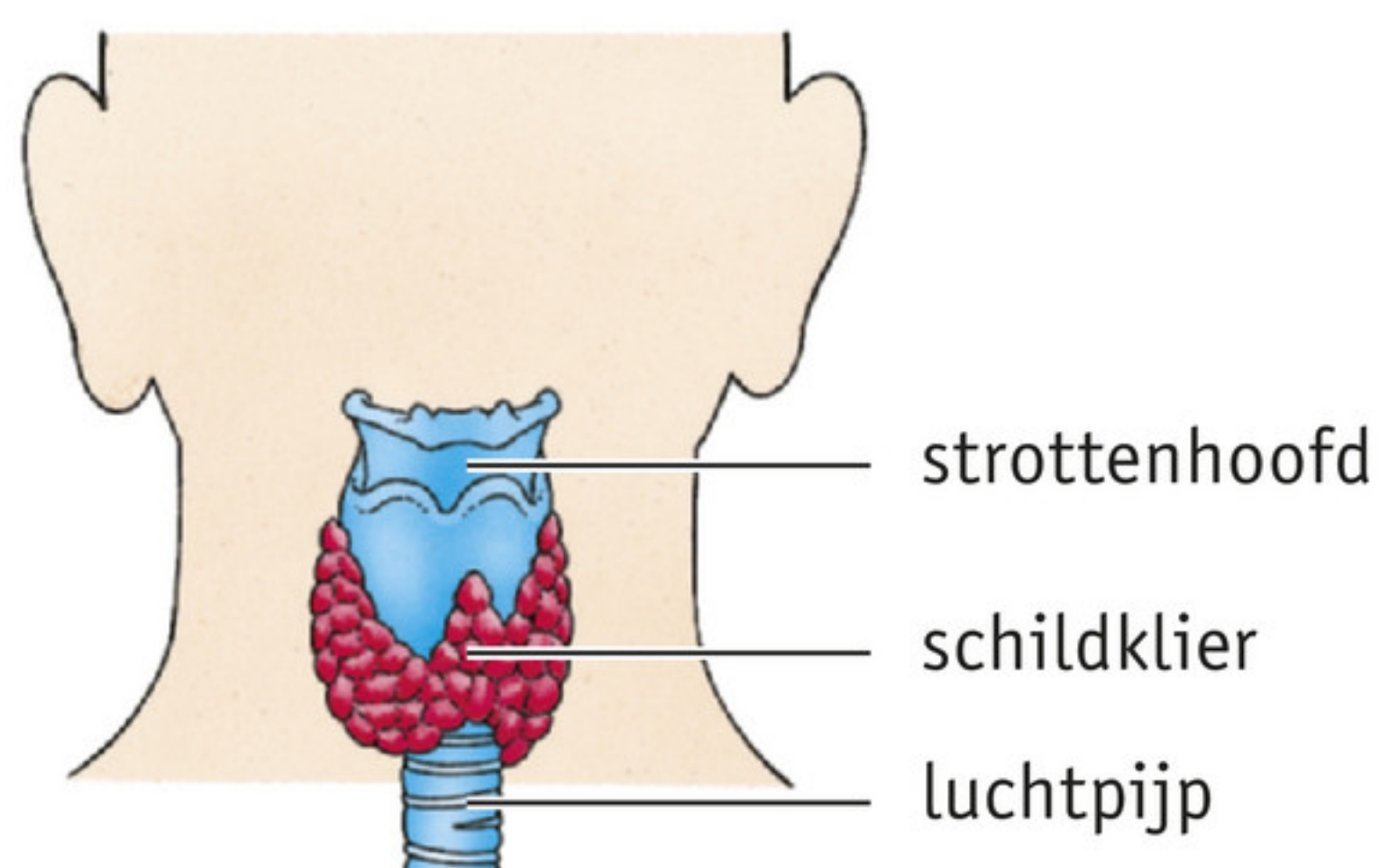


lange mensen hebben hier in het dagelijks leven ongemak van

► **Afb. 27** De werking van hormonen uit de hypofyse.



▼ **Afb. 28** De ligging van de schildklier.



▼ **Afb. 29** Een vergrote schildklier.



DE SCHILDKLIER

De **schildklier** ligt in de hals, voor het strottenhoofd, tegen de luchtpijp aan (zie afbeelding 28). Onder invloed van een hormoon uit de hypofyse produceert de schildklier het **schildklierhormoon**. Schildklierhormoon beïnvloedt de stofwisseling en de groei en ontwikkeling. Het hormoon stimuleert de verbranding in cellen. Als bij iemand de schildklier te veel schildklierhormoon produceert, vindt er te veel verbranding in de cellen plaats. Zo iemand wordt rusteloos en vermagert sterk. Als bij iemand de schildklier te weinig schildklierhormoon produceert, vindt er te weinig verbranding in de cellen plaats. Zo iemand krijgt het daardoor gauw koud en wordt snel moe.

Bij een kind dat te weinig schildklierhormoon produceert, kunnen de lichamelijke en geestelijke ontwikkeling trager verlopen. Bij kinderen en volwassenen kan de schildklier zich sterk vergroten (zie afbeelding 29). Een vergrote schildklier kan te veel of te weinig schildklierhormoon produceren.

WB OPDRACHT 47 T/M 54 BLZ. 38

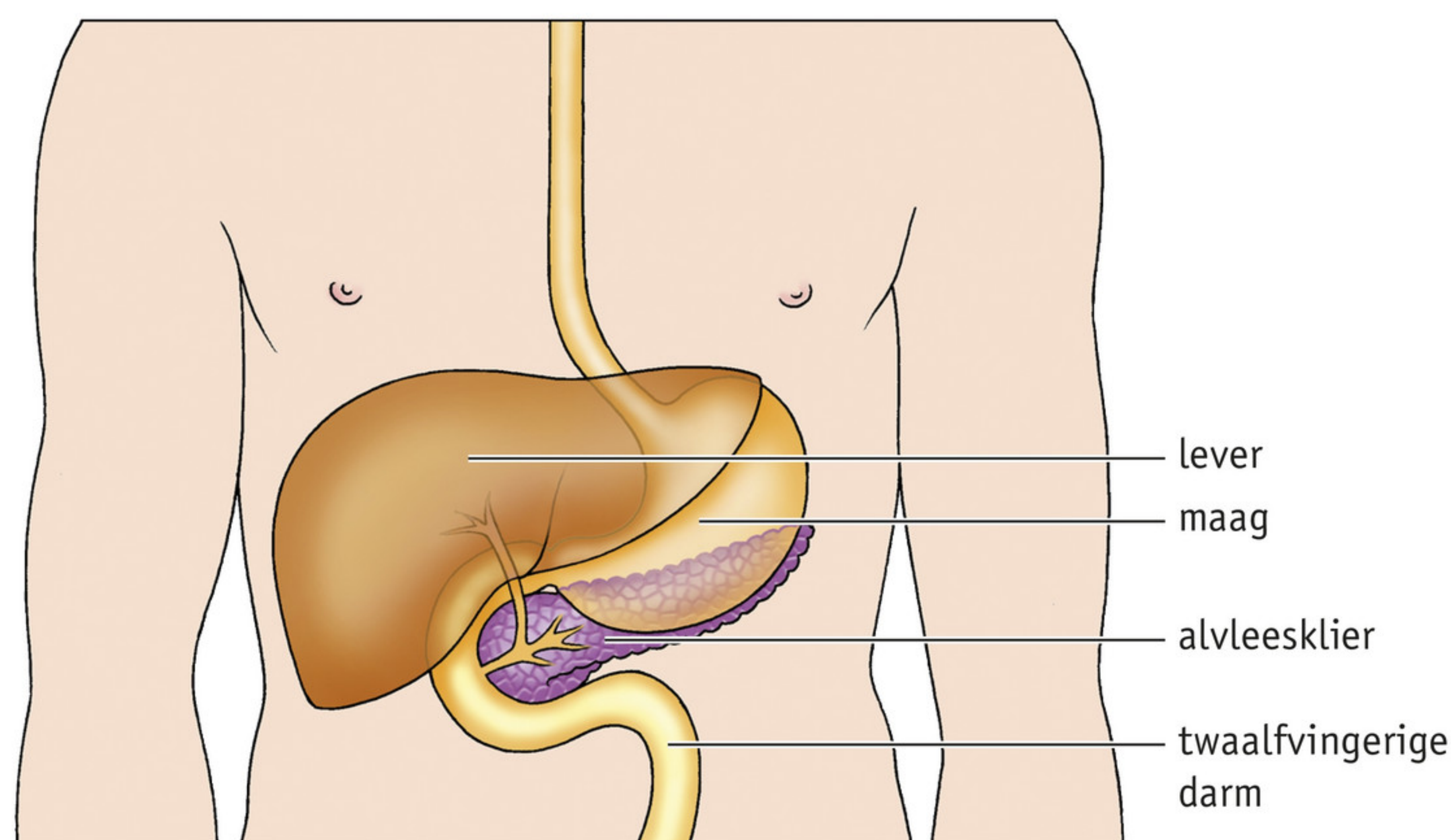
8 De eilandjes van Langerhans en de bijnieren

Dankzij de glucose in je ontbijt kun je je op school goed concentreren. Glucose is de belangrijkste brandstof in je lichaam. Zonder glucose krijgt je lichaam geen energie en werken je cellen niet meer. De hoeveelheid glucose in je bloed wordt door hormonen geregeld.

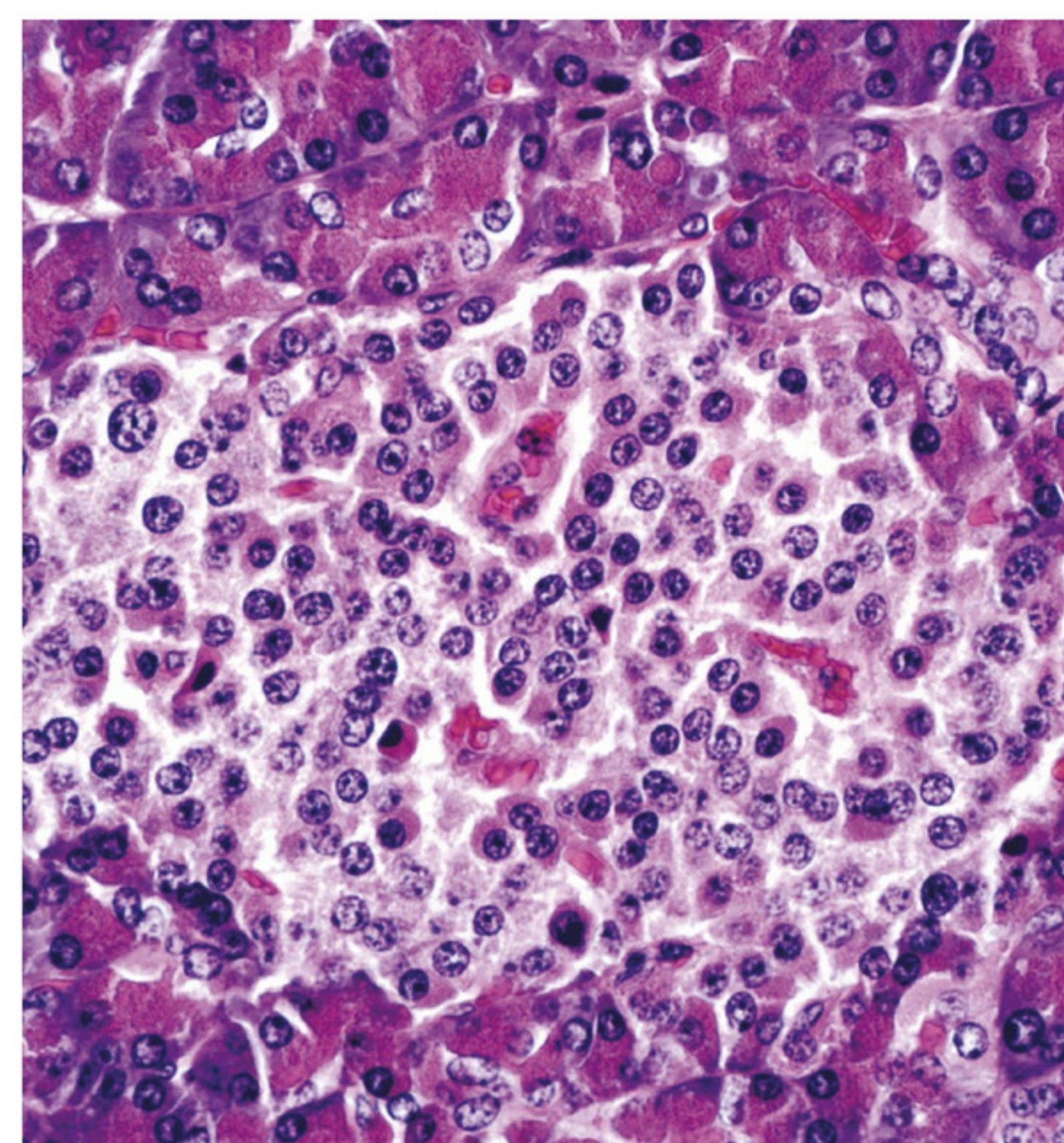
DE EILANDJES VAN LANGERHANS

De **eilandjes van Langerhans** zijn groepjes cellen die in de alvleesklier liggen (zie afbeelding 30). De alvleesklier is een verteringsklier. De eilandjes van Langerhans produceren de hormonen insuline en glucagon. Deze hormonen houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant.

▼ **Afb. 30** Eilandjes van Langerhans.



1 ligging van de alvleesklier



2 een eilandje van Langerhans (microscopische foto)

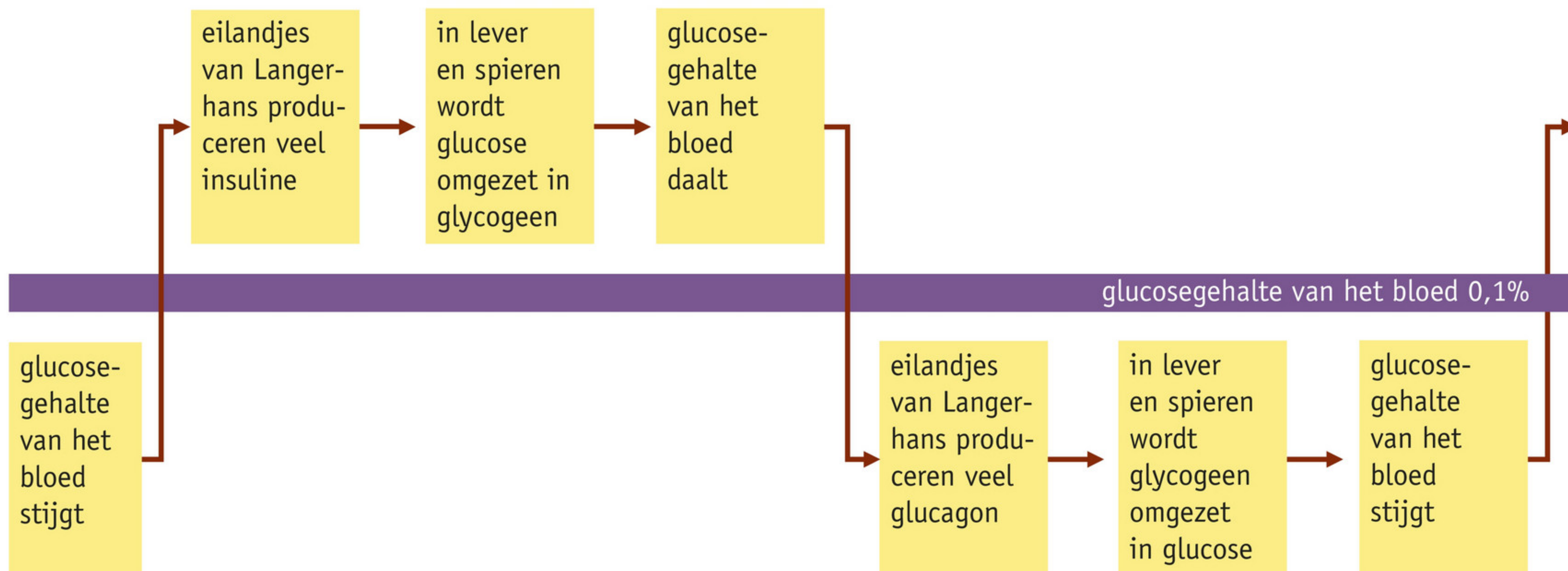
In je voedsel komen vrijwel altijd koolhydraten voor. Koolhydraten worden in je darmkanaal verteerd tot onder andere glucose. Glucose wordt door de wand van de dunne darm heen opgenomen in het bloed. Bloed bevat gemiddeld 0,1% glucose. Bij gezonde mensen wordt het glucosegehalte van het bloed min of meer constant gehouden.

Na een koolhydraatrijke maaltijd kan het glucosegehalte van het bloed hoger worden dan 0,1%. De eilandjes van Langerhans reageren daarop door veel insuline te produceren. Onder invloed van **insuline** wordt glucose opgenomen in de cellen van de lever en van spieren. Daar wordt de glucose omgezet in **glycogeen** en opgeslagen als reservestof. Door het omzetten van glucose in glycogeen daalt het glucosegehalte van het bloed.

Bij lichamelijke inspanning vindt in cellen veel verbranding plaats. De cellen halen dan glucose uit het bloed. Als het glucosegehalte van het bloed lager wordt dan 0,1%, reageren de eilandjes van Langerhans daarop door veel glucagon te produceren. Onder invloed van **glucagon** wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed.

Insuline en glucagon hebben een tegengestelde werking aan elkaar. In afbeelding 31 is de regeling van het glucosegehalte van het bloed schematisch weergegeven.

▼ **Afb. 31** Regeling van het glucosegehalte van het bloed.



DIABETES

Bij mensen met **diabetes (suikerziekte)** produceren de eilandjes van Langerhans te weinig insuline en/of reageert het lichaam niet goed meer op insuline. Er wordt dan minder glucose omgezet in glycogeen, waardoor het glucosegehalte van het bloed stijgt. Het glucosegehalte van het bloed kan tot maximaal 0,16% oplopen. Stijgt het glucosegehalte tot boven de 0,16%, dan wordt er glucose met de urine uitgescheiden. Men zegt dan: 'Er zit suiker in de urine.'

Om het insulinetekort aan te vullen, kunnen mensen met diabetes extra insuline toegediend krijgen. Meestal leren diabetespatiënten bij zichzelf insuline in te spuiten of ze gebruiken een insulinepomp (zie afbeelding 32.1 en 32.2). De hoeveelheid insuline die wordt ingespoten en de hoeveelheid voedsel die de patiënt gebruikt, moeten goed op elkaar worden afgestemd. Dit kan een diabetespatiënt zelf checken met een bloedglucosemeter (zie afbeelding 32.3). Een diabetespatiënt kan verder een volledig normaal leven leiden (zie afbeelding 33).

▼ **Afb. 32** Insuline toedienen en glucose meten.



1 met een insulinepen kan een diabetespatiënt zelf insuline inspuiten



2 een insulinepomp geeft vrijwel continu kleine hoeveelheden insuline af



3 met een bloedglucosemeter kan een diabetespatiënt zelf zijn bloedsuikerspiegel meten

▼ Afb. 33

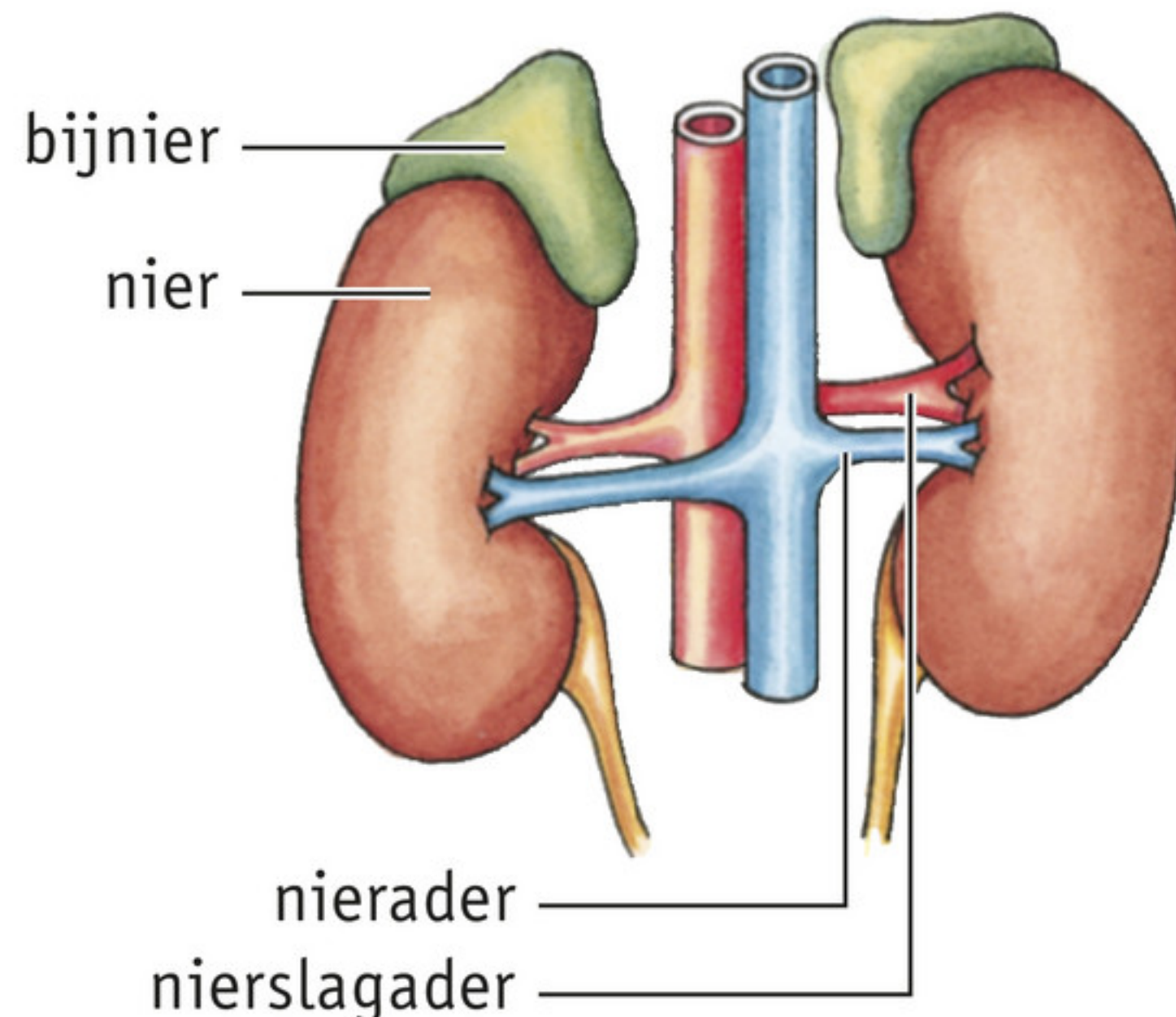
Leven met diabetes

Toen Meike 3 jaar was, kreeg ze plotseling diabetes. Meike heeft een minder voorkomende vorm van diabetes. Deze vorm komt vooral voor bij kinderen en jongeren en wordt niet veroorzaakt door overgewicht en weinig bewegen.

Meike is nu 16 en ze geeft zichzelf tweemaal per dag een injectie met insuline. Meike kan een normaal leven leiden, net als andere jongeren. Zij let wel beter op wat ze eet en drinkt. Ze eet regelmatig en meer gespreid over de dag. Daarnaast doet Meike vrij fanatiek aan streetdance. Als je diabetes hebt, heb je meer kans op bepaalde andere ziekten. Door gezond te leven, kun je de kans op deze ziekten kleiner maken.



▼ Afb. 34 De ligging van de bijnieren.



Er bestaan verschillende vormen van diabetes. Een ongezonde leefstijl verhoogt de kans op de meest voorkomende vorm van diabetes. De laatste jaren neemt het aantal mensen met diabetes fors toe. In de verrijkingsstof kun je meer leren over diabetes.

DE BIJNIEREN

De **bijnieren** liggen als kapjes boven op de nieren (zie afbeelding 34). De bijnieren produceren het hormoon **adrenaline**.

Wanneer je woedend of bang bent, of wanneer je ergens enorm van schrikt, geven de bijnieren adrenaline af aan het bloed. Onder invloed van adrenaline wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed. Verder gaat onder invloed van adrenaline het hart sneller slaan en versnelt de ademhaling.

Adrenaline is het enige hormoon met een snelle, kortdurende werking. Adrenaline stelt het lichaam in staat in situaties van grote spanning snel te handelen (zie afbeelding 35).

WB OPDRACHT 55 T/M 63 BLZ. 41

► Afb. 35 In situaties van grote spanning produceren de bijnieren veel adrenaline.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de delen en de functies van het zenuwstelsel noemen.

- Delen van het zenuwstelsel:
 - het centrale zenuwstelsel: grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg;
 - zenuwen.
- Functies van het zenuwstelsel:
 - Verwerken van impulsen (een soort elektrische signalen).
 - Impulsen ontstaan in zintuigcellen onder invloed van prikkels (bijv. geuren).
 - De werking regelen van spieren en klieren.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt in een afbeelding van een zenuwcel de delen benoemen.

- Bouw van een zenuwcel:
 - cellichaam met celkern;
 - uitlopers die impulsen naar het cellichaam toe geleiden;
 - uitlopers die impulsen van het cellichaam af geleiden.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt drie typen zenuwcellen noemen met hun functies en kenmerken.

- Gevoelszenuwcellen.
 - Functie: impulsen geleiden van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel.
 - De cellichamen liggen vlak bij het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt.
- Bewegingszenuwcellen.
 - Functie: impulsen geleiden van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren.
 - De cellichamen liggen in het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lange uitloper die impulsen van het cellichaam af geleidt.
- Schakelcellen.
 - Functie: impulsen geleiden binnen het centrale zenuwstelsel (o.a. van gevoelszenuwcellen naar bewegingszenuwcellen).
 - Ze liggen in hun geheel in het centrale zenuwstelsel (in grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg).

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Je kunt omschrijven wat een zenuw is en je kunt drie typen zenuwen noemen met hun kenmerken.

- Zenuw: een bundel uitlopers van zenuwcellen, omgeven door een laag bindweefsel (een stevige laag die zorgt voor bescherming).
 - Elke uitloper is omgeven door een isolerend laagje.
- Zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen.
- Typen zenuwen:
 - Gevoelszenuwen bevatten alleen uitlopers van gevoelszenuwcellen.
 - Bewegingszenuwen bevatten alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen.
 - Gemengde zenuwen bevatten uitlopers van gevoelszenuwcellen en van bewegingszenuwcellen.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Je kunt de delen van het ruggenmerg noemen met hun functies en kenmerken.

- Functie van het ruggenmerg:
 - Impulsen geleiden van zenuwen uit de romp en de ledematen naar de hersenen en omgekeerd.
- Het buitenste gedeelte bestaat uit de witte stof.
 - De witte stof bevat uitlopers van schakelcellen die van en naar de hersenen lopen.
- Het binnenste gedeelte bestaat uit de grijze stof.
 - De grijze stof bevat cellichamen van schakelcellen en cellichamen van bewegingszenuwcellen.
- Aan de rugzijde komen gevoelszenuwen het ruggenmerg binnen.
 - De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen in verdikkingen (zenuwknopen) vlak bij de rugzijde van het ruggenmerg.
- Aan de buikzijde verlaten bewegingszenuwen het ruggenmerg.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt de delen van de hersenen noemen met hun functies en kenmerken.

- Grote hersenen. Functies van de grote hersenen:
 - Impulsen die afkomstig zijn van zintuigen verwerken (bewuste gewaarwordingen) en gewilde bewegingen regelen (bewuste reacties).
 - In hersencentra liggen de cellichamen van schakelcellen in groepen bij elkaar.

- In gevoelscentra worden binnenkomende impulsen verwerkt (bijv. in het gehoorcentrum) en in bewegingscentra ontstaan impulsen voor gewilde bewegingen (bijv. in het spraakcentrum). De plaats waar impulsen aankomen en worden verwerkt, bepaalt van welke prikkel je je bewust wordt.
- Kleine hersenen. Functie van de kleine hersenen:
 - Bewegingen coördineren (o.a. het handhaven van het evenwicht).
- Hersenstam. Functies van de hersenstam:
 - Impulsen geleiden van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen en omgekeerd.
 - Impulsen geleiden van zenuwen in hoofd en hals naar de grote en de kleine hersenen en omgekeerd.
 - Belangrijke levensfuncties aansturen zoals hartslag, ademhaling, bloeddruk en temperatuur van het lichaam.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 4

Je kunt de risico's van overmatig gebruik van medicijnen, alcohol en drugs beschrijven.

- Medicijnen, alcohol, drugs en tabak beïnvloeden de werking van het zenuwstelsel.
 - Onder invloed van deze stoffen kan de werking van het zenuwstelsel worden geremd of gestimuleerd.
 - Voor jongeren zijn de risico's van alcohol en drugs veel groter dan voor volwassenen.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Je kunt de functies van reflexen noemen en je kunt een reflexboog beschrijven.

- Reflex: een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel.
 - De snelheid is vaak nodig om het lichaam te beschermen tegen onverwachte beschadigingen (bijv. terugtrekreflex).
 - Reflexen hebben ook een functie bij het handhaven van bepaalde houdingen en bij bewegingen van het lichaam (bijv. strekreflex).
- Reflexboog: de weg die impulsen afleggen bij een reflex.
 - Onder invloed van prikkels ontstaan impulsen in zintuigcellen.
 - Gevoelszenuwcellen geleiden de impulsen naar schakelcellen in het ruggenmerg of in de hersenstam.
 - Schakelcellen geleiden de impulsen direct door naar bewegingszenuwcellen.

- Bewegingszenuwcellen geleiden de impulsen naar spiercellen of kliercellen. Hierdoor trekken spieren of klieren zich samen.
- Het ruggenmerg geleidt impulsen in reflexbogen van romp en ledematen. De hersenstam geleidt impulsen in reflexbogen van hoofd en hals.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 6

Je kunt de bouw en functie van het hormoonstelsel beschrijven en je kunt in een afbeelding de belangrijkste hormoonklieren benoemen.

- Het hormoonstelsel bestaat uit hormoonklieren die hormonen produceren.
 - Hormoonklieren hebben geen afvoerbuï: de hormonen worden afgegeven aan het bloed.
 - Hormonen regelen de werking van de weefsels en organen die er gevoelig voor zijn.
 - Hormonen zijn o.a. van invloed op de groei en ontwikkeling, de stofwisseling en de voortplanting.
- Ligging van de belangrijkste hormoonklieren.
 - Hypofyse: tegen de onderkant van de hersenen aan, tussen de beide hersenhelften in.
 - Schildklier: in de hals, voor het strottenhoofd, tegen de luchtpijp aan.
 - Eilandjes van Langerhans: in de alvleesklier.
 - Bijnieren: als kapjes op de nieren.
 - Eierstokken: in de buikholte.
 - Teelballen: in de balzak.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 7

Je kunt de werking beschrijven van hormonen uit de hypofyse en uit de schildklier.

- De hypofyse produceert groeihormoon en hormonen die de werking van andere hormoonklieren beïnvloeden.
 - Groeihormoon stimuleert de groei van de beenderen van het skelet.
 - Een hormoon uit de hypofyse stimuleert de productie van schildklierhormoon door de schildklier.
 - Hormonen uit de hypofyse beïnvloeden de eierstokken en teelballen zodat geslachtshormonen en geslachtscellen worden geproduceerd.
- De schildklier produceert schildklierhormoon.
 - Schildklierhormoon beïnvloedt de stofwisseling. Het stimuleert de verbranding in cellen en de groei en ontwikkeling.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 8

Je kunt de werking beschrijven van hormonen uit de eilandjes van Langerhans en uit de bijnieren.

- De eilandjes van Langerhans produceren insuline en glucagon.
 - Insuline en glucagon houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant.
 - Bij een hoog glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel insuline. Onder invloed van insuline wordt glucose in de lever en in spieren opgenomen en omgezet in glycogeen. Glycogeen wordt opgeslagen.
 - Bij een laag glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel glucagon. Onder invloed van glucagon wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed.
 - Diabetes (suikerziekte): er wordt te weinig insuline gevormd en/of het lichaam reageert niet goed genoeg meer op insuline. Hierdoor wordt het glucosegehalte van het bloed te hoog. Er wordt dan glucose uitgescheiden met de urine.
- De bijnieren produceren adrenaline.
 - Adrenaline komt vrij bij woede, angst en schrik. Het heeft een snelle, kortdurende werking.
 - Onder invloed van adrenaline wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed.
 - Onder invloed van adrenaline versnellen de hartslag en de ademhaling.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

je hebt geoefend in:

- het werken met de microscoop;
- het maken van tekeningen;
- het doen van een practicum;
- het aflezen van diagrammen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een sportcoach en een dierenartsassistent.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Het zenuwstelsel bestaat uit het centrale zenuwstelsel en uit zenuwen.
- 2 Je gehoorzenuw behoort tot het centrale zenuwstelsel.
- 3 Het zenuwstelsel verwerkt impulsen die afkomstig zijn van zintuigen.
- 4 Het zenuwstelsel kan de werking van klieren regelen.

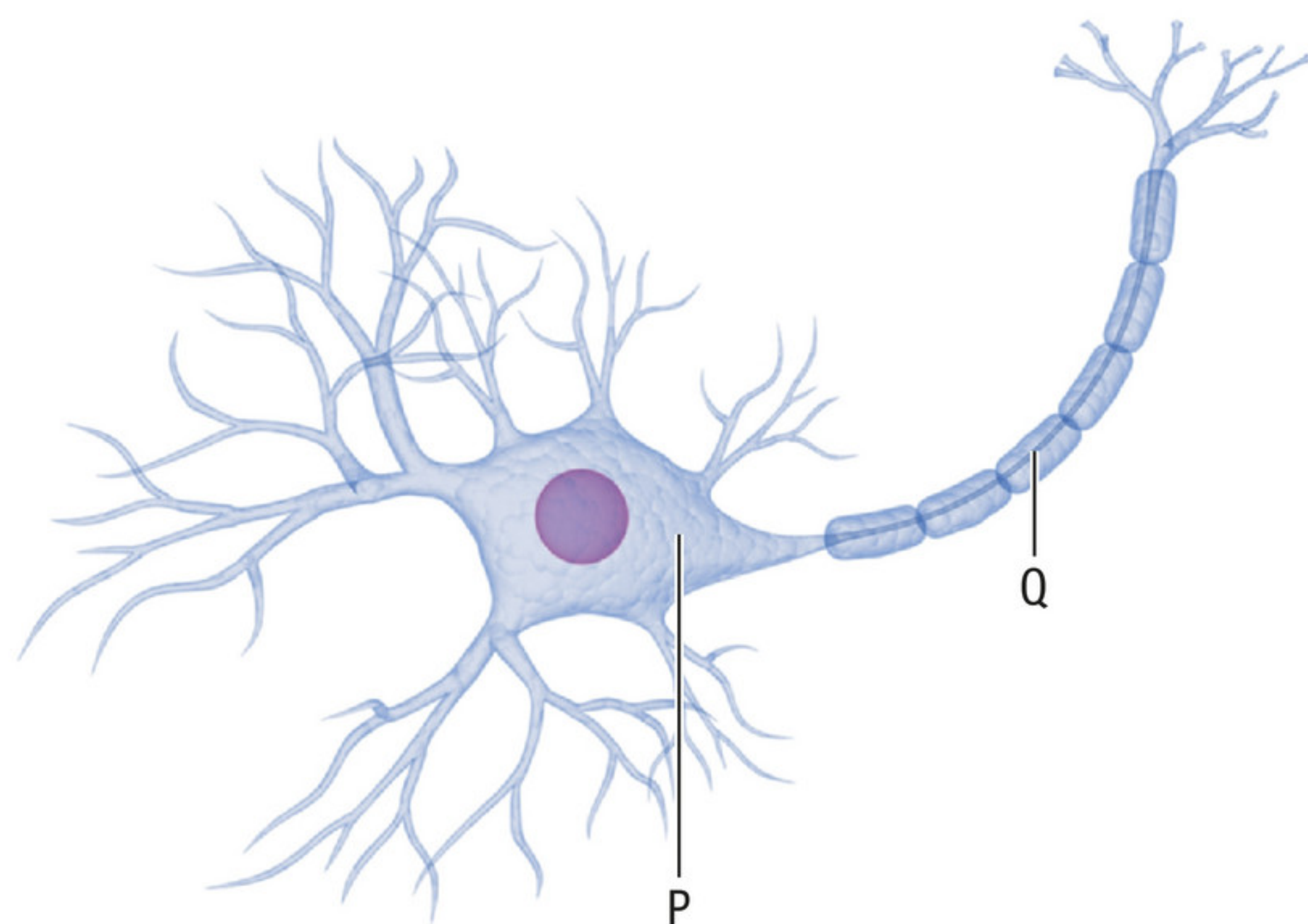
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist. Gebruik daarbij afbeelding 36.

- 1 P geeft een uitloper aan.
- 2 Via deel Q kunnen impulsen worden geleid.

▼ **Afb. 36** Een zenuwcel (schematisch).



DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

- 1 Welke zenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar je klieren en spieren?
- 2 Welke zenuwcellen geleiden impulsen van je zintuigen naar het centrale zenuwstelsel?
- 3 Welke zenuwcellen liggen in hun geheel in het centrale zenuwstelsel?
- 4 Welke zenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar je zweetklieren?

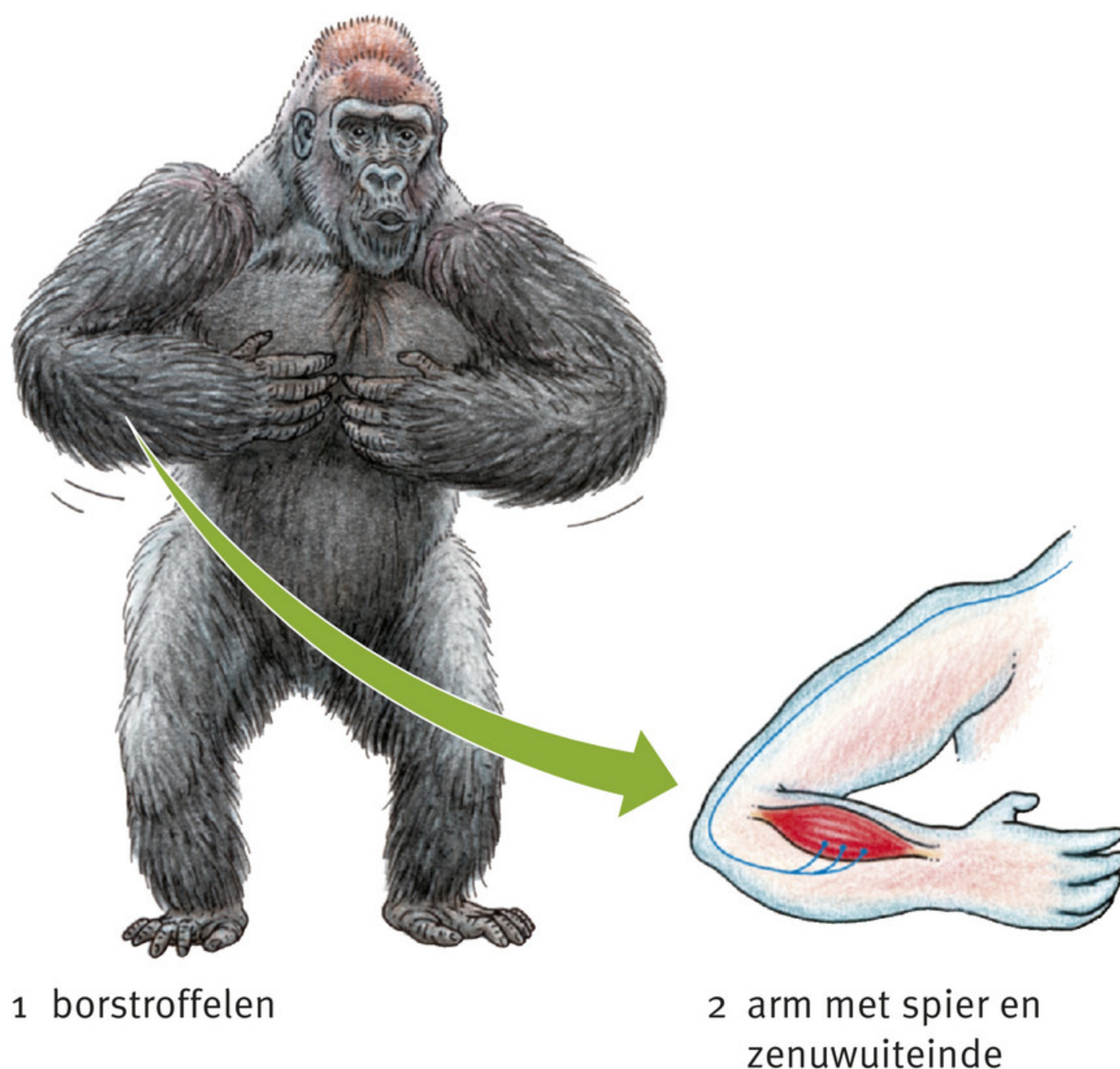
- 5 Van welke zenuwcellen liggen de cellichamen buiten het centrale zenuwstelsel?
- 6 Welke zenuwcellen hebben één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt?
- 7 Welke zenuwcellen komen voor in het hoofd van een mens?

Gorilla's kunnen borststroffelen (zie afbeelding 37.1), bijvoorbeeld als ze boos worden.

Een gorillamannetje ligt te luieren, terwijl een gorillavrouwtje op zijn teen gaat staan. Het mannetje wordt boos en gaat borststroffelen. In afbeelding 37.2 is een spier getekend die betrokken is bij het borststroffelen, met een uitloper van een zenuwcel. Deze uitloper geleidt impulsen die de spiervezels doen samentrekken.

- 8 Van welk type zenuwcel is de uitloper in afbeelding 37.2 een deel?

▼ **Afb. 37** Borststroffelen door een gorilla.



Lees de context 'Zakkenroller betraapt dankzij beltoon' (zie afbeelding 38).

Zodra de telefoon bij de vrouw wordt weggenomen, worden zintuigcellen in de huid van de vrouw geprikkeld. Deze zintuigcellen geven via bepaalde zenuwcellen impulsen door aan het ruggenmerg.

- 9 Via welk type zenuwcellen worden de impulsen naar het ruggenmerg geleid?

▼ Afb. 38

Zakkenroller betrapt dankzij beltoon

Een 22-jarige vrouw uit Almere heeft een zakkenroller betrapt dankzij haar tweede telefoon. De vrouw zat op een bankje toen ze voelde dat er iets uit haar broekzak gleed. Terwijl ze zich omdraaide, zag ze een man weglopen en realiseerde ze zich dat haar telefoon weg was.

Met haar tweede telefoon belde ze direct het nummer van haar zojuist gestolen telefoon, waarop bij de verdachte een luide beltoon was te horen. Passerende agenten konden de man inrekenen en namen hem mee naar het bureau.



Even later bereiken impulsen via het ruggenmerg haar hersenen, waarna ze besluit haar gestolen telefoon te bellen.

- 10** Via welk type zenuwcellen worden de impulsen van het ruggenmerg naar haar hersenen geleid?

DOELSTELLING 4

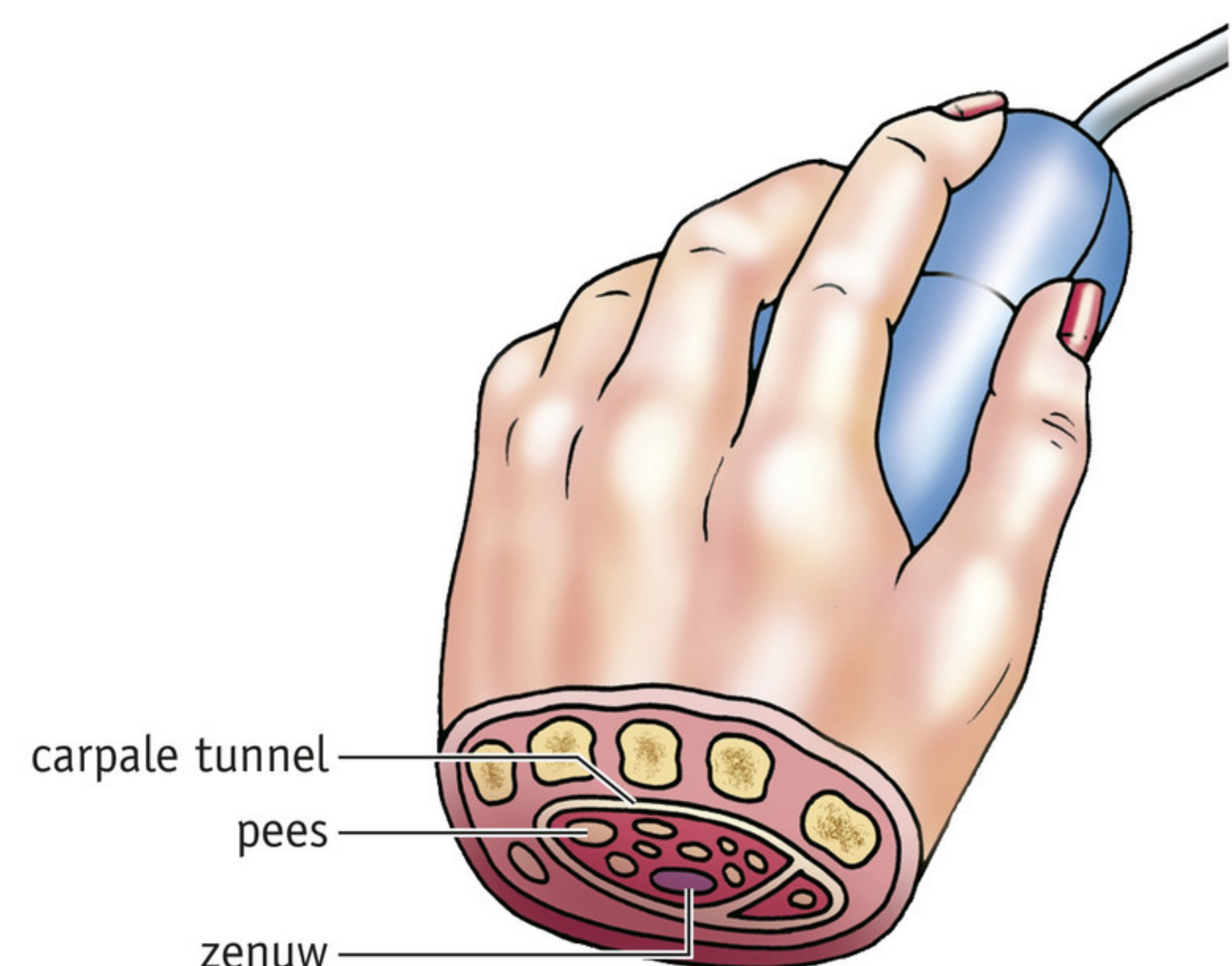
BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** Waaruit bestaat een zenuw?
 - A** Uit een bundel uitlopers, omgeven door een laag bindweefsel.
 - B** Uit een bundel uitlopers, omgeven door een laag zenuwweefsel.
 - C** Uit uitlopers en cellichamen, omgeven door een laag bindweefsel.
 - D** Uit uitlopers en cellichamen, omgeven door een laag zenuwweefsel.
- 2** Twee leerlingen doen een uitspraak. Anna zegt dat alleen in een gemengde zenuw de uitlopers omgeven zijn door een isolerend laagje. Emina zegt dat bewegingszenuwen alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen bevatten. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A** Alleen Anna heeft gelijk.
 - B** Alleen Emina heeft gelijk.
 - C** Anna en Emina hebben allebei gelijk.
 - D** Anna en Emina hebben geen van beiden gelijk.

Aan de binnenkant van de hand bevindt zich de carpale tunnel (zie afbeelding 39). Deze 'tunnel' bestaat uit een band waarbinnen zich pezen bevinden. Deze pezen verbinden de vingers met spieren in de onderarm. Door overbelasting, bijvoorbeeld door het vaak bedienen van een computermuis, kunnen deze pezen geïrriteerd raken en opzwellen. Hierdoor raakt de zenuw beknelde die zich onder de pezen bevindt. Dit veroorzaakt tintelingen en pijn in de hand. De zenuw in de carpale tunnel is een gemengde zenuw.

▼ Afb. 39 Carpale tunnel.



- 3 Geleidt deze zenuw impulsen naar de vingers toe?
En geleidt deze zenuw impulsen vanuit de vingers
in de richting van de pols?

<i>Impulsen naar de vingers toe</i>	<i>Impulsen vanuit de vingers</i>
---	---------------------------------------

- | | |
|--------------|-----|
| A ja | ja |
| B ja | nee |
| C nee | ja |
| D nee | nee |
- 4 Met welk deel van het centrale zenuwstelsel is deze zenuw rechtstreeks verbonden?
- A** Met de grote hersenen.
B Met de hersenstam.
C Met de kleine hersenen.
D Met het ruggenmerg.

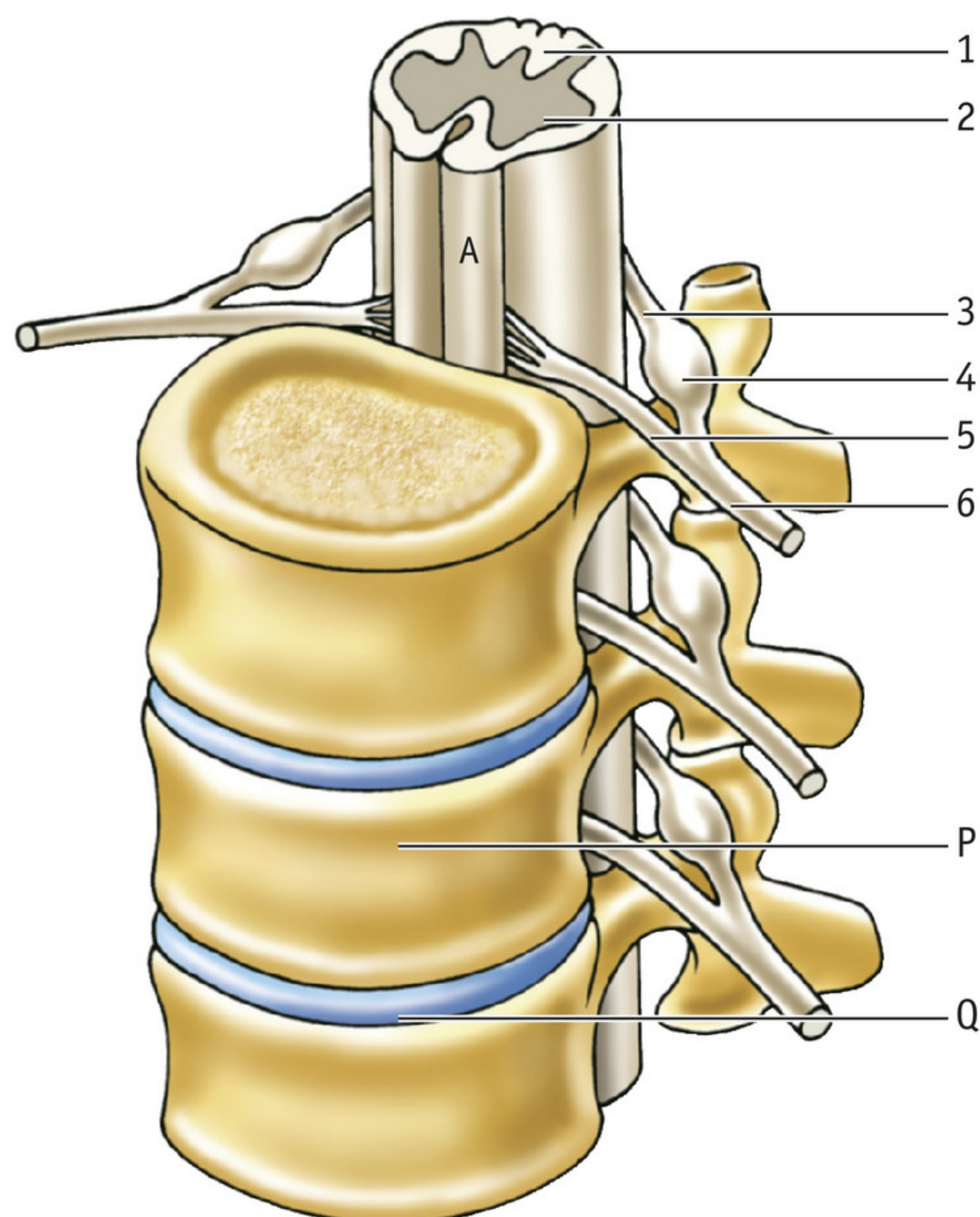
DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 40 zijn enkele borstwervels en een deel van het ruggenmerg met zenuwen schematisch getekend. Enkele delen zijn genummerd.

▼ **Afb. 40** Borstwervels en een deel van het ruggenmerg.



- 1 Het ruggenmerg wordt beschermd door beenweefsel.
Met welke letter is beenweefsel aangegeven?
- 2 Geeft A de buikzijde of de rugzijde aan?

- 3 Gaat deel 6 naar de linkerkant van het lichaam of naar de rechterkant?
- 4 Welk nummer geeft de witte stof aan van het ruggenmerg: nummer 1 of nummer 2?
- 5 Van welke twee typen zenuwcellen bevinden zich uitlopers in deel 6?
- 6 Met welk nummer is de plaats aangegeven waar cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen?
- 7 Met welk nummer is een bewegingszenuw aangegeven: met nummer 3, nummer 5 of nummer 6?
- 8 Een uitloper van een schakelcel in de grote hersenen gaat naar het ruggenmerg beneden het getekende deel.
Door welk van de genummerde delen kan deze uitloper gaan?

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Welk deel van het centrale zenuwstelsel kan impulsen verwerken die afkomstig zijn van zintuigen waardoor je je van een prikkel bewust wordt?
- A** De grote hersenen.
B De hersenstam.
C De kleine hersenen.
D Het ruggenmerg.
- 2 Delen van de hersenen zijn:
- 1 bewegingscentra in de hersenschors;
 - 2 gevoelscentra in de hersenschors;
 - 3 hersenstam;
 - 4 kleine hersenen.
- Welke van deze delen zijn betrokken bij het typen van een e-mail op de computer?
- A** Alleen de delen 1 en 2.
B Alleen de delen 2 en 3.
C Alleen de delen 1, 3 en 4.
D De delen 1, 2, 3 en 4.
- 3 Bestaan de hersencentra uit grijze stof of witte stof?
- A** Uit grijze stof.
B Uit witte stof.
C Uit zowel grijze als witte stof.

In het verslag van een voetbalwedstrijd is te lezen hoe Van Persie met een prachtige zweefduik een doelpunt scoort. In een fractie van een seconde bepaalt hij de positie van de bal en van zijn tegenstanders, en kopt onmiddellijk. De bal komt precies op de bedoelde plaats terecht: tussen de doelpalen, langs de keeper en in het net.

- 4 In welk deel van het zenuwstelsel vinden de processen plaats waardoor Van Persie zijn tegenstanders herkent?
- A In de grijze stof van de grote hersenen.
 - B In de witte stof van de grote hersenen.
 - C In de grijze stof van de kleine hersenen.
 - D In de witte stof van de kleine hersenen.
- 5 De bal komt in de goal terecht, zoals Van Persie bedoelde. Dat betekent dat het samentrekken en ontspannen van allerlei spieren van Van Persie op het juiste moment en in de juiste volgorde plaatsvonden.
Welk deel van het zenuwstelsel zorgt ervoor dat deze spieren zo nauwkeurig kunnen samenwerken?
- A De grote hersenen.
 - B De hersenstam.
 - C De kleine hersenen.
 - D Het ruggenmerg.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Twee leerlingen doen elk een uitspraak over de werking van alcohol en drugs.
Leerling 1 zegt: 'Alcohol en drugs beïnvloeden de werking van het zenuwstelsel.'
Leerling 2 zegt: 'Voor jongeren zijn de risico's van alcohol en drugs net zo groot als voor volwassenen.'
Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Alleen leerling 1 heeft gelijk.
 - B Alleen leerling 2 heeft gelijk.
 - C Beide leerlingen hebben gelijk.
 - D Geen van beide leerlingen heeft gelijk.

Lees de context 'Zeventienjarige breekt naakt in' (zie afbeelding 41). Vraag 2 tot en met 4 gaan over deze context.

- 2 Blijkt uit deze context dat alcohol invloed kan hebben op de grote hersenen? En op de kleine hersenen?
- A Alleen op de grote hersenen.
 - B Alleen op de kleine hersenen.
 - C Niet op de grote hersenen en ook niet op de kleine hersenen.
 - D Zowel op de grote hersenen als op de kleine hersenen.

▼ Afb. 41

Zeventienjarige breekt naakt in

De politie is donderdagochtend gewaarschuwd door een inwoner van Strijen. De man was wakker geworden van het gerommel van een inbreker in zijn huis. Toen de agenten poolshoogte kwamen nemen, troffen zij onder een stapeltje jassen een naakte, slapende 17-jarige jongen aan. De jeugdige inbreker was na een avondje stappen dronken naar huis gegaan, aldus een woordvoerder van de politie. Tijdens zijn wandeling naar huis was hij in een sloot gevallen en had hij zijn natte kleren uitgetrokken. Daarna is hij al waggelend naar huis gelopen. Daar aangekomen merkte de jongen dat hij geen sleutel bij zich had. In de veronderstelling dat het zijn eigen woning was, heeft hij een ruitje ingeslagen. De jongen mocht op het politiebureau ontnuchteren.

- 3 In welk deel of welke delen van het centrale zenuwstelsel bevond zich alcohol toen de jongen waggelend naar huis liep?
- A In de grote hersenen.
 - B In de hersenstam.
 - C In de kleine hersenen.
 - D In het ruggenmerg.
 - E In alle genoemde delen.
- 4 Alcohol heeft invloed op de werking van het zenuwstelsel.
Had de alcohol bij de jongen een activerende, een remmende of nog geen werking?
- A Een activerende werking.
 - B Een remmende werking.
 - C Nog geen werking.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

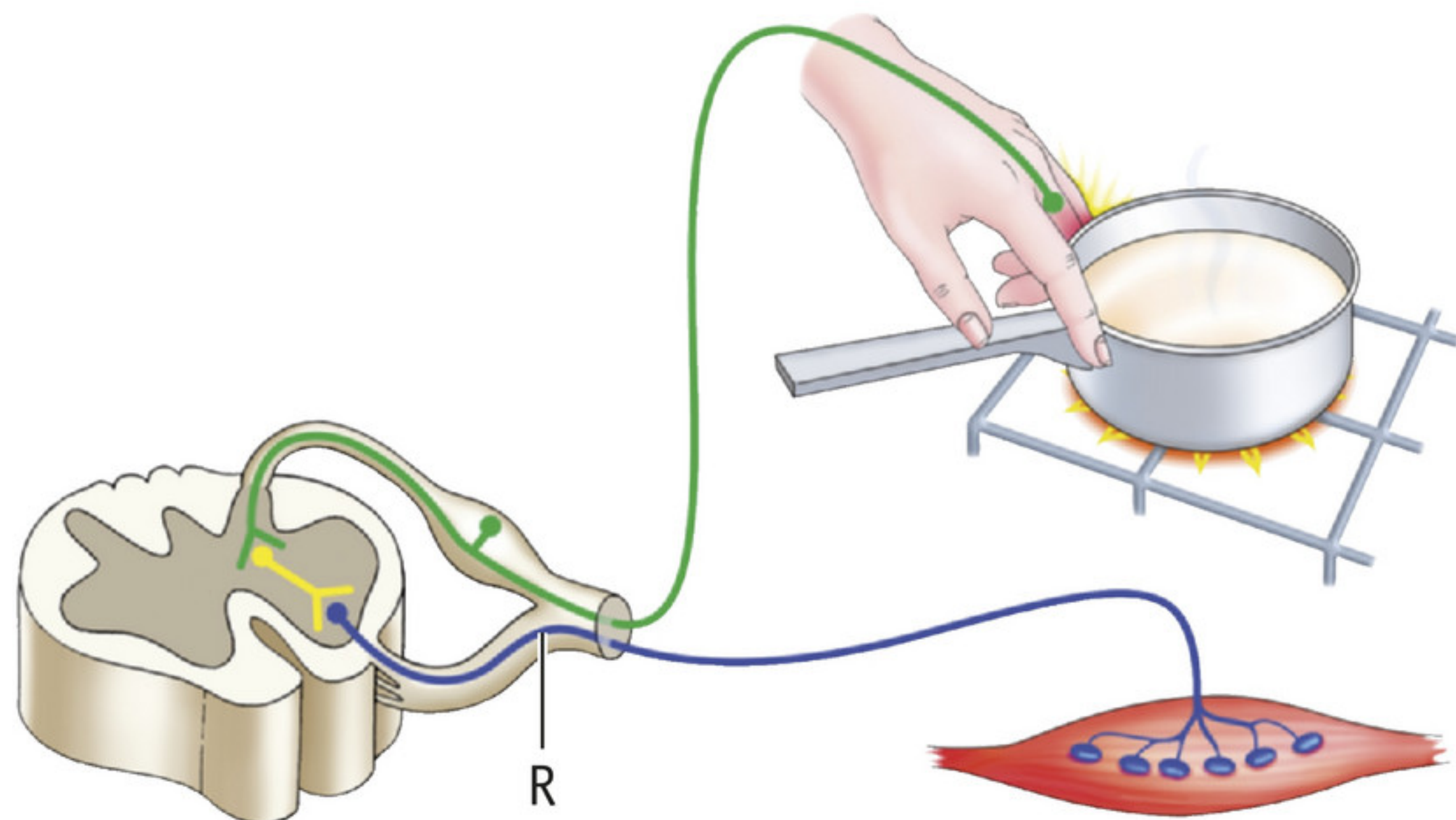
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Iemand brandt zich aan een hete pan en trekt in een reflex zijn hand terug. In afbeelding 42 is de reflexboog schematisch getekend. R geeft een bepaald type zenuwcellen aan.

Kan deze terugtrekreflex nog optreden als in de reflexboog de zenuwcellen van dit type zijn uitgeschakeld? En als in de grote hersenen de bewegingscentra zijn uitgeschakeld?

	<i>Bij uitgeschakelde zenuwcellen</i>	<i>Bij uitgeschakelde bewegingscentra</i>
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

▼ Afb. 42 Reflexboog.



- 2 Hier staan drie bewegingen die je met je been kunt maken:
- 1 je been snel optrekken als een spijker door je schoenzool heen in je voet komt;
 - 2 je been optillen om de veter van je schoen vaster aan te trekken;
 - 3 terwijl je rechtop staat je been verplaatsen omdat je je evenwicht dreigt te verliezen.
- Welke van deze bewegingen van je been worden veroorzaakt door een reflex?
- A Alleen de bewegingen 1 en 2.
 B Alleen de bewegingen 1 en 3.
 C Alleen de bewegingen 2 en 3.
 D De bewegingen 1, 2 en 3.

- 3 Er valt een regendruppel in je oog. Je knippert. Via welk deel van het zenuwstelsel verloopt deze reflex?

- A Via de grote hersenen.
 B Via de hersenstam.
 C Via de kleine hersenen.
 D Via het ruggenmerg.

- 4 Bij pasgeboren baby's zijn reflexen aanwezig. Wanneer een baby een voorwerp in zijn of haar handje voelt, zal het dit voorwerp meteen proberen vast te grijpen. Dit verschijnsel wordt de *grijpreflex* genoemd (zie afbeelding 43).

Wanneer een baby een voorwerp in zijn of haar mond voelt, zal het proberen op dit voorwerp te gaan zuigen. Dit verschijnsel wordt de *zuigreflex* genoemd.

Speelt de hersenstam een rol bij de reflexboog van de grijpreflex? En bij de reflexboog van de zuigreflex?

	<i>Reflexboog van de grijpreflex</i>	<i>Reflexboog van de zuigreflex</i>
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

▼ Afb. 43 Grijpreflex.



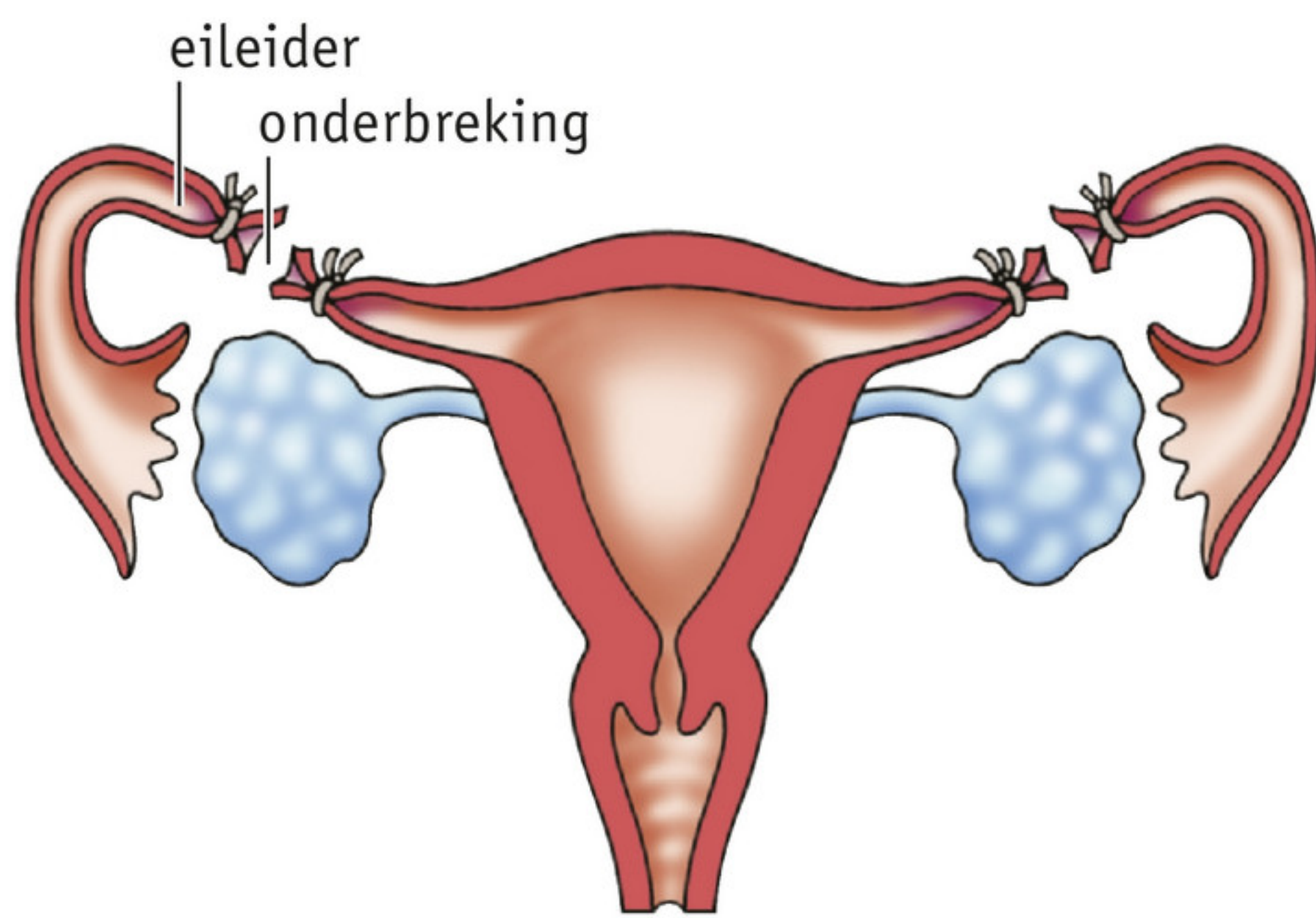
DOELSTELLING 9

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Je hebt geleerd dat in de eierstokken vrouwelijke geslachtshormonen worden geproduceerd. Bij sterilisatie worden bij een vrouw de eileiders onderbroken (zie afbeelding 44). Verandert hierdoor het gehalte aan vrouwelijke geslachtshormonen in het bloed? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 44** Onderbroken eileider.

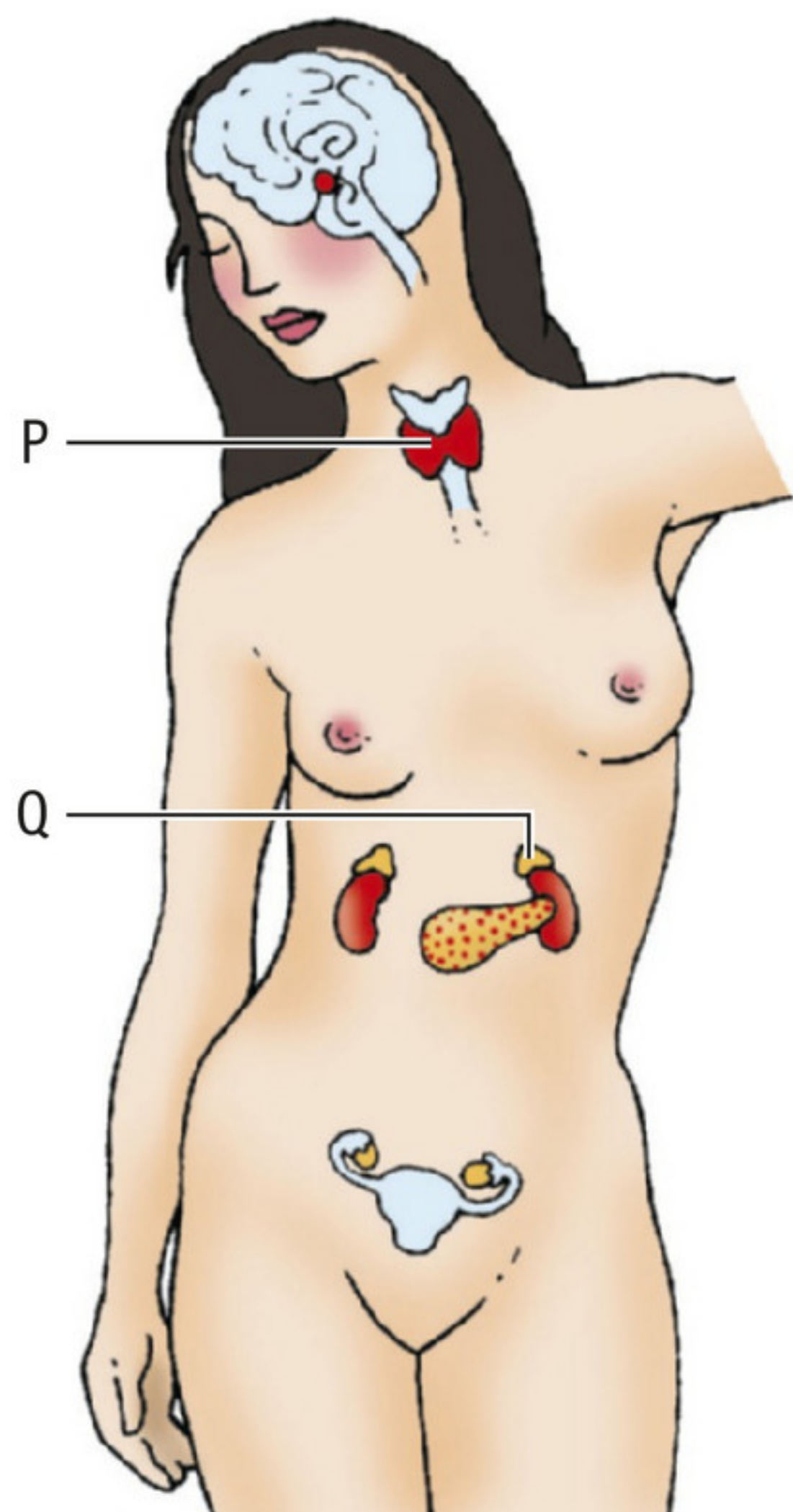


- 2 Hoe komt het dat hormonen alleen de werking van bepaalde organen beïnvloeden?
- 3 Bij welk orgaan ligt de hypofyse?

In afbeelding 45 is de ligging van enkele belangrijke hormoonklieren bij een vrouw getekend.

- 4 Hoe heet de hormoonklier die is aangegeven met P?
- 5 Hoe heet de hormoonklier die is aangegeven met Q?

▼ **Afb. 45** Hormoonklieren bij een vrouw.



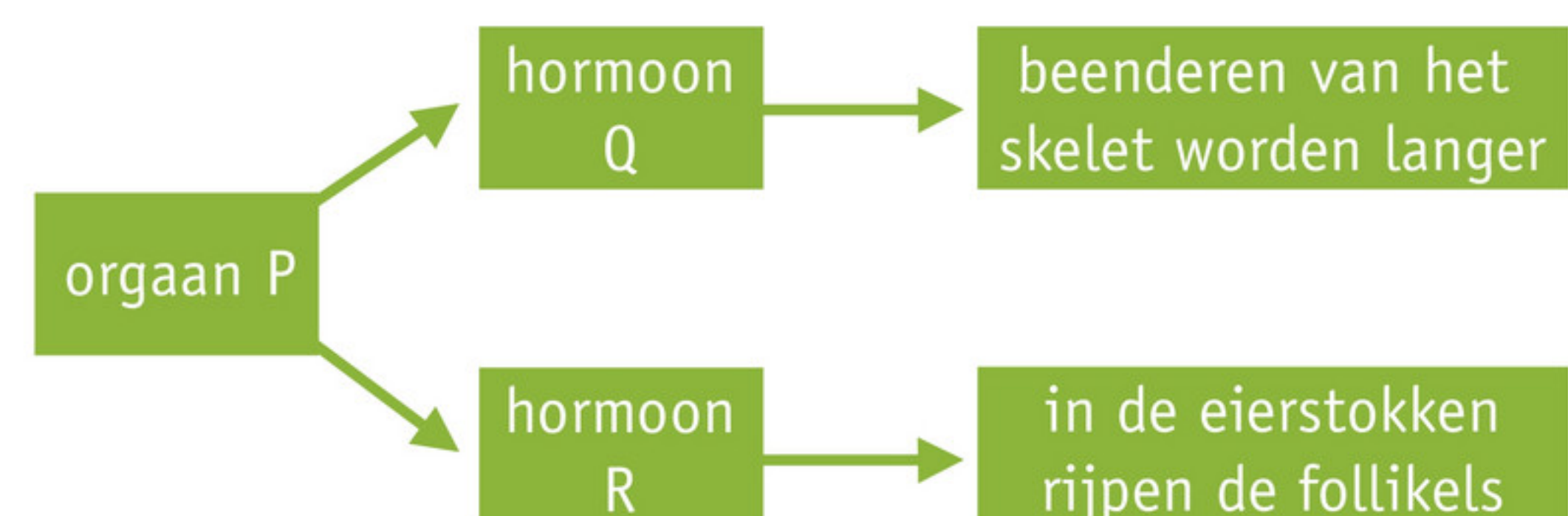
DOELSTELLING 10

BASISSTOF 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Bij kinderen met afwijkingen in de productie van hormonen kunnen, in vergelijking met kinderen zonder deze afwijkingen, onder andere de volgende verschijnselen optreden:
 - 1 achterstand in groei en ontwikkeling;
 - 2 snelle vermoeidheid;
 - 3 verminderde verbranding in cellen.
 Welk van deze verschijnselen kan (kunnen) worden veroorzaakt door een verlaagde productie van het schildklierhormoon?
 - A Alleen verschijnsel 3.
 - B Alleen de verschijnselen 1 en 2.
 - C Alleen de verschijnselen 2 en 3.
 - D De verschijnselen 1, 2 en 3.
- 2 In afbeelding 46 is schematisch weergegeven hoe vanuit orgaan P verschillende processen in het lichaam van de mens worden beïnvloed. Wat is de naam van het orgaan dat met P is aangeduid?
 - A De grote hersenen.
 - B De hypofyse.
 - C De kleine hersenen.
 - D De schildklier.

▼ **Afb. 46** Processen in het menselijk lichaam.



DOELSTELLING 11

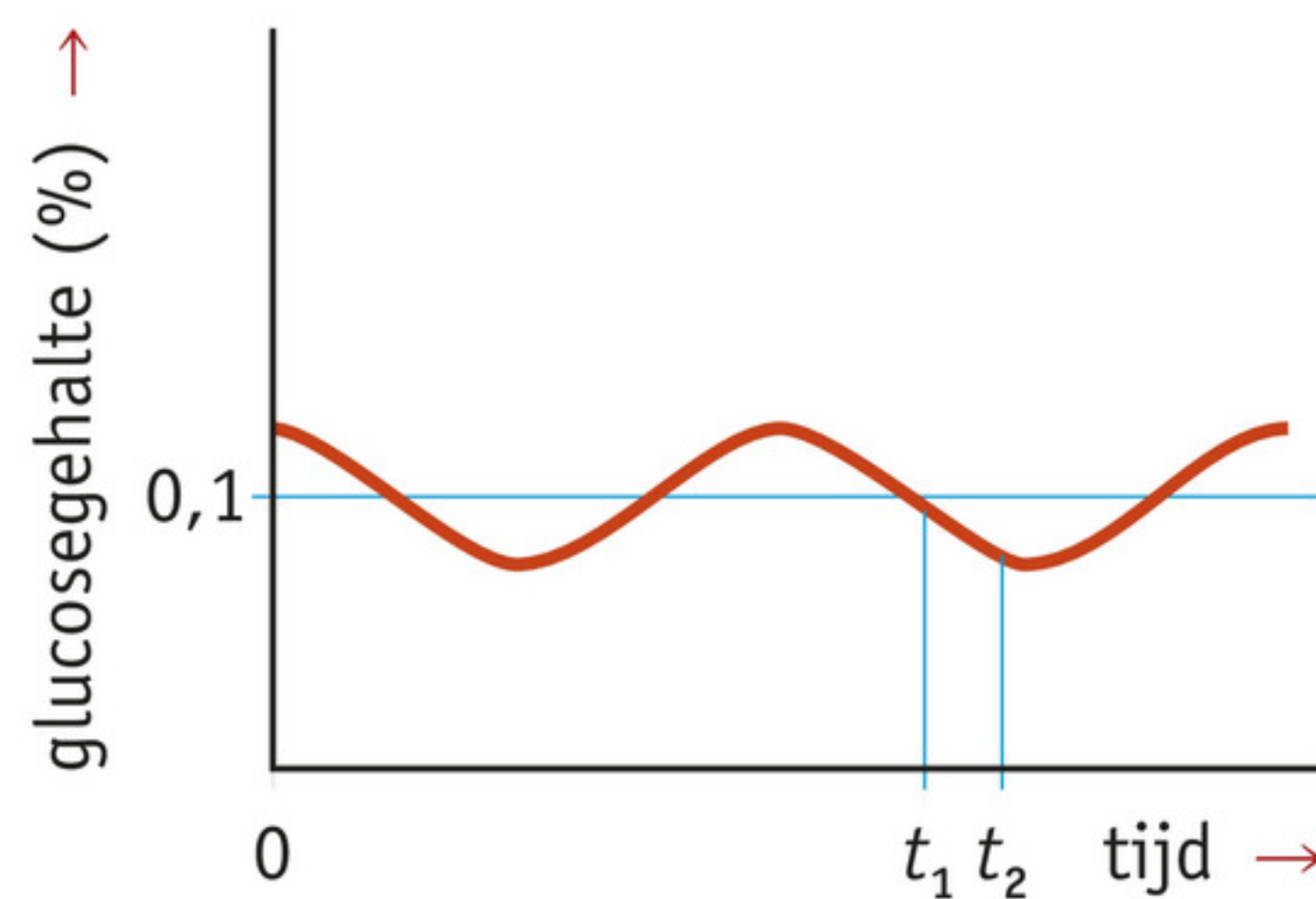
BASISSTOF 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Een leerling krijgt tijdens het houden van een presentatie voor de klas een rode kleur. Zijn hartslag en ademhaling zijn versneld. Bij meting zou blijken dat bovendien het glucosegehalte van het bloed is gestegen. Al deze effecten worden veroorzaakt door hetzelfde hormoon. Welk hormoon veroorzaakt deze effecten?
 - A Adrenaline.
 - B Glucagon.
 - C Insuline.
 - D Schildklierhormoon.

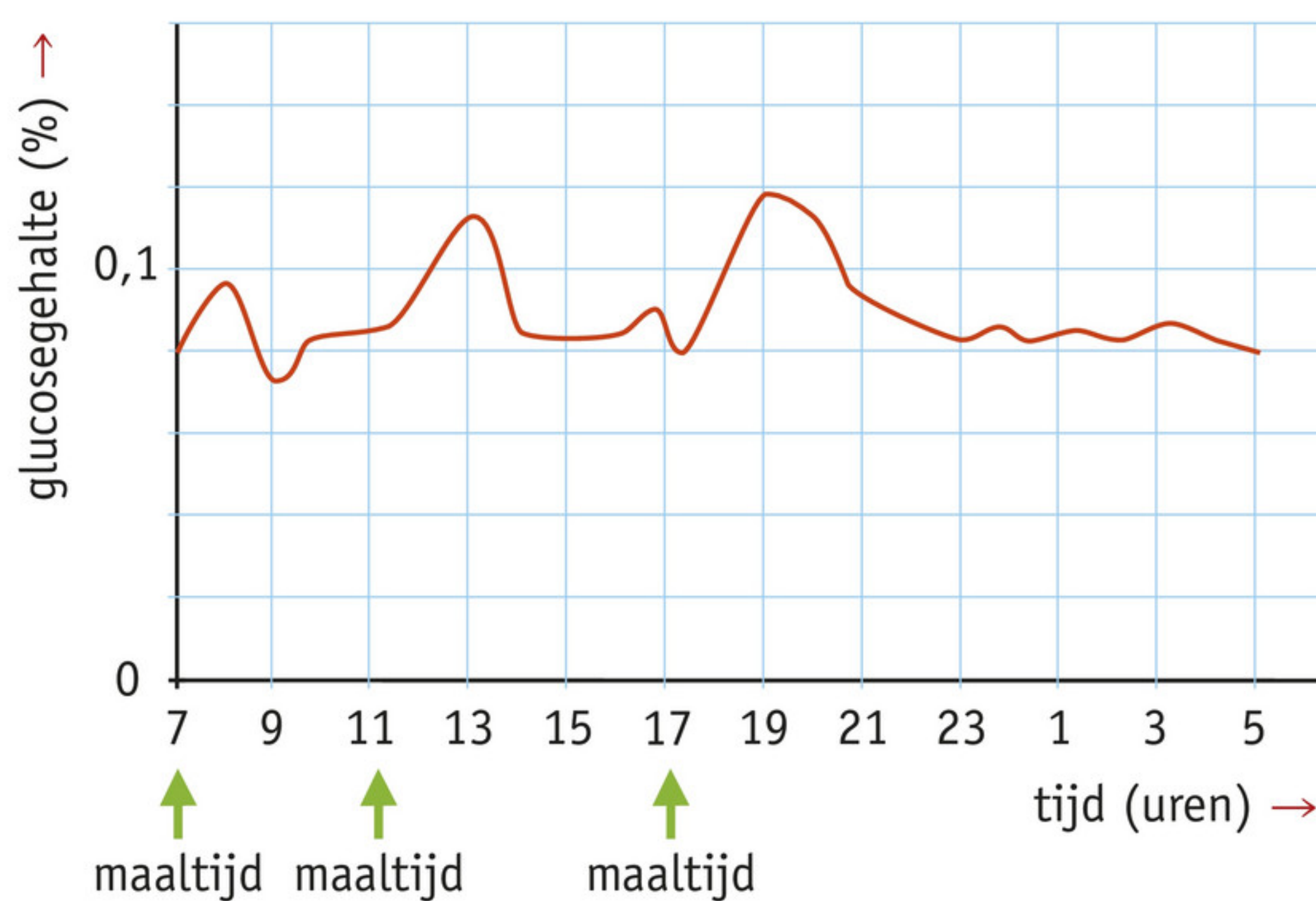
- 2 Het bloed bij de mens bevat gemiddeld 0,1% glucose. Gedurende enige tijd wordt bij iemand het glucosegehalte van het bloed bepaald. Het verband tussen het glucosegehalte van het bloed en de tijd wordt uitgezet in een diagram (zie afbeelding 47). Van welk hormoon neemt de hoeveelheid in het bloed toe tussen de tijdstippen t_1 en t_2 ?
- A Insuline.
 - B Glucagon.
 - C Glycogeen.

▼ Afb. 47 Glucosegehalte van het bloed.



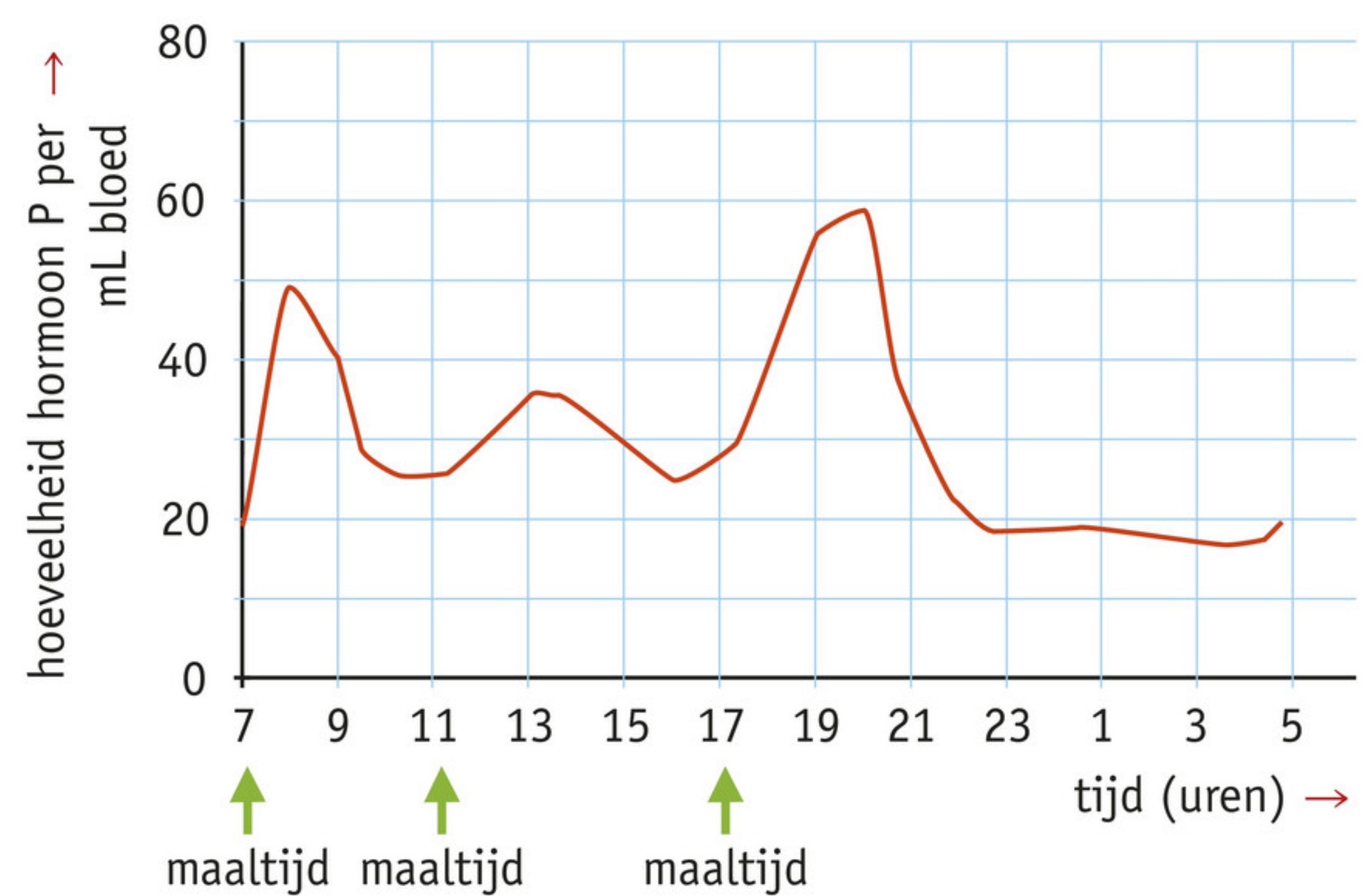
- 3 Waar in het lichaam worden de hormonen insuline en glucagon geproduceerd?
- A In de bijnieren.
 - B In de eilandjes van Langerhans.
 - C In de hypofyse.
 - D In de schildklier.

▼ Afb. 48 Glucosegehalte van het bloed gedurende een etmaal.



1

- 4 In afbeelding 48.1 is weergegeven hoe gedurende één etmaal het glucosegehalte van het bloed van iemand varieerde. Ook is aangegeven op welke tijden deze persoon een maaltijd nuttigde. Gedurende hetzelfde etmaal is de concentratie van hormoon P in het bloed van deze persoon gemeten (zie afbeelding 48.2). Hormoon P speelt een rol bij de regeling van het glucosegehalte van het bloed. Welk hormoon is P?
- A Adrenaline.
 - B Glucagon.
 - C Insuline.
 - D Schildklierhormoon.
- 5 Welk hormoon wordt bij een diabetespatiënt onvoldoende geproduceerd?
- A Adrenaline.
 - B Glucagon.
 - C Insuline.
 - D Schildklierhormoon.



2

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

PLUSSTOF

1 Diabetes (suikerziekte)

Stel je voor dat je eigen cellen worden aangevallen door je afweersysteem. De cellen gaan dan kapot en kunnen hun functie niet meer uitvoeren. Dat gebeurt met de insuline-producerende cellen bij mensen met diabetes type 1. Onderzoekers hebben geprobeerd de kapotte cellen te vervangen door gezonde cellen van een andere persoon. Maar ook deze cellen werden door het afweersysteem opgeruimd. Maar als ze de nieuwe cellen ‘vermommen’, worden de cellen niet opgeruimd. Het afweersysteem kan ze dan niet herkennen. De onderzoekers hopen dat ze deze techniek kunnen gebruiken als behandeling tegen diabetes type 1.

TWEE TYPEN DIABETES

Ruim één miljoen Nederlanders hebben diabetes. Dat maakt diabetes een van de meest voorkomende ziekten in Nederland. Er zijn twee typen diabetes: type 1 en type 2. De oorzaak en de behandeling voor deze typen is verschillend. Ongeveer 9 op de 10 mensen met diabetes hebben diabetes type 2.

OORZAKEN

In de eilandjes van Langerhans liggen verschillende soorten cellen. Bij **diabetes type 1** zijn de cellen die insuline maken kapot. De kapotte cellen maken onvoldoende of helemaal geen insuline aan. Hierdoor krijgen de cellen van de lever en spieren geen signaal om glucose op te nemen en op te slaan als glycogeen.

Bij **diabetes type 2** maakt de alvleesklier te weinig insuline en/of zijn de cellen van de lever en spieren niet of minder gevoelig voor de insuline. Hierdoor zullen de cellen van de lever en spieren minder of geen glucose opnemen.

Diabetes type 1 werd vroeger ook wel jeugddiabetes genoemd, terwijl diabetes type 2 ouderdomssuiker werd genoemd. Dit is niet juist. Diabetes type 2 komt steeds vaker op jonge leeftijd voor en wordt dan meestal veroorzaakt door een ongezond voedingspatroon en te weinig beweging. Diabetes type 2 wordt daarom ook wel tot de welvaartsziekten gerekend.

SYMPTOMEN

De hoeveelheid glucose in het bloed wordt bij een gezonde persoon door insuline en glucagon in evenwicht gehouden. Bij een diabetespatiënt is dat evenwicht weg: er is geen insuline, te weinig insuline of het lichaam reageert niet meer goed op de insuline. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed.

Wanneer het glucosegehalte van het bloed te hoog is, spreek je van een **hyper**. Bij een **hypo** is het glucosegehalte van het bloed te laag. Je kunt dit aan verschillende symptomen merken (zie afbeelding 49).

▼ **Afb. 49** De symptomen van een te laag glucosegehalte (hypo) en een te hoog glucosegehalte (hyper) van het bloed.

Zowel een hyper als een hypo kan schadelijke gevolgen voor het lichaam hebben. Veel mensen hebben diabetes, maar weten dat nog niet. Op de lange termijn kan (onbehandelde) diabetes leiden tot problemen met je ogen, nieren, hart en bloedvaten, zenuwen, voeten en hersenen. Uiteindelijk kun je aan de gevolgen van diabetes overlijden. Het is daarom belangrijk dat diabetes op tijd wordt ontdekt en behandeld.



1 hypo



2 hyper

BEHANDELING

Diabetes is een chronische ziekte. Dit betekent dat genezing nog niet mogelijk is. Wel kan de ziekte met medicijnen worden behandeld.

Mensen met diabetes type 1 moeten dagelijks het glucosegehalte van het bloed meten en insuline spuiten of een pompje dragen. Mensen met diabetes type 2 gebruiken meestal andere medicijnen om het glucosegehalte van het bloed te verlagen. Daarnaast is het voor mensen met diabetes extra belangrijk om gezond te eten en voldoende te bewegen.

WB OPDRACHT 1 T/M 5 BLZ. 51

2 Practicum: een interview afnemen

Veel mensen hebben door hun beroep of in hun dagelijks leven te maken met zaken die in dit thema aan bod kwamen. In deze extra basisstof ga je bij zo iemand een interview afnemen.

Je kunt kiezen voor:

- iemand die in zijn beroep te maken heeft met het zenuwstelsel of het hormoonstelsel (bijvoorbeeld een huisarts, verpleegkundige, apotheker of anesthesiemedewerker);
- iemand die met alcohol of drugs te maken heeft (bijvoorbeeld een hulpverlener, een verslaafde of een politieagent);
- iemand die een ziekte of afwijking heeft (bijvoorbeeld iemand die een verlamming heeft, een beroerte heeft gehad of diabetespatiënt is).

Het afnemen van een interview moet je voorbereiden. Daarna nodig je iemand uit en houd je het gesprek. Ten slotte moet je het interview uitwerken in een verslag. In afbeelding 51 zie je een stappenplan.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 56

▼ Afb. 50

Een interview afnemen

Vorbereiding

- Noteer wat het doel is van je interview.
- Noteer vijf hoofdvragen die je in elk geval wilt stellen.
- Zorg (eventueel) voor opnameapparatuur (bijvoorbeeld videocamera of mobieltje).

Uitnodiging

- Zoek een persoon die je wilt interviewen en bel hem of haar op.
- Vertel wie je bent en waarom je een interview wilt afnemen.
- Spreek een plaats en een tijd af.

Gesprek

- Stel de hoofdvragen één voor één. Aan de hand van de antwoorden die je krijgt, kun je doorvragen.
- Houd de tijd in de gaten. Eventueel onderbreek je de persoon beleefd.
- Geef af en toe een korte samenvatting van een antwoord.
- Bedank de persoon en vraag of hij of zij de uitwerking van het interview wil zien.

Uitwerking

- Maak een verslag van het interview.

3 Verslaving en de hersenen

In basisstof 4 heb je geleerd dat alcohol, tabak en drugs de werking van het zenuwstelsel beïnvloeden. Aan het gebruik van deze stoffen zijn gezondheidsrisico's verbonden. In deze verrijkingstof leer je waarom deze risico's voor jongeren veel groter zijn dan voor volwassenen.

DRUGS

Drugs zijn stoffen die bij gebruik de hersenen prikkelen, waardoor er geestelijke en lichamelijke effecten optreden. Deze effecten kunnen stimulerend, verdovend of bewustzijnsveranderend zijn.

Bij **stimulerende middelen** krijgt de gebruiker het gevoel dat hij meer energie heeft. Voorbeelden van stimulerende middelen zijn speed, cocaïne, cafeïne (koffie, cola en energiedrankjes) en nicotine (tabak). Deze middelen worden vooral gebruikt door feestgangers en mensen die een nacht door willen werken.

Bij **verdovende middelen** voelt de gebruiker zich rustig en ontspannen. Voorbeelden van verdovende middelen zijn hasj en wiet, heroïne, alcohol en slaapmiddelen. Deze middelen worden veel gebruikt door mensen die lijden aan slapeloosheid of sterke angstgevoelens.

Bij **bewustzijnsveranderende middelen** gaat de gebruiker de wereld om zich heen heel anders waarnemen en beleven. Voorbeelden van bewustzijnsveranderende middelen zijn tripmiddelen zoals paddo's. Deze middelen staan vaak in de belangstelling van jongeren die wat willen experimenteren.

Soms is het onderscheid naar de werking niet goed te maken. Xtc is bijvoorbeeld oppeppend, maar verandert ook de waarneming. Hasj en wiet kunnen je versuffen, maar ook je bewustzijn veranderen. Dit is afhankelijk van de dosis en de situatie.

VERSLAVING

Aan het gebruik van drugs zijn gezondheidsrisico's verbonden. Er is bijvoorbeeld risico op verslaving. Veel mensen denken dat iedereen die drugs gebruikt, verslaafd raakt. Dat is niet zo. De meeste gebruikers zijn daar ooit uit nieuwsgierigheid mee begonnen en stoppen na een korte tijd met het gebruik. Harddrugs zoals heroïne, cocaïne, speed, xtc en GHB hebben wel een sterk verslavende werking.

Je bent **verslaafd** wanneer je niet zonder de drugs kunt en de drugs je dagelijks leven beïnvloeden (bijvoorbeeld het contact met je vrienden, je prestaties op school, enzovoort). Als iemand verslaafd raakt aan drugs, verandert zijn leven dan ook totaal.

Bij verslaving wordt onderscheid gemaakt tussen geestelijke afhankelijkheid en lichamelijke afhankelijkheid.

Er is sprake van **geestelijke afhankelijkheid** als de gebruiker het idee heeft dat hij niet goed kan functioneren zonder de drug. De gebruiker wil de drugs daarom blijven gebruiken.

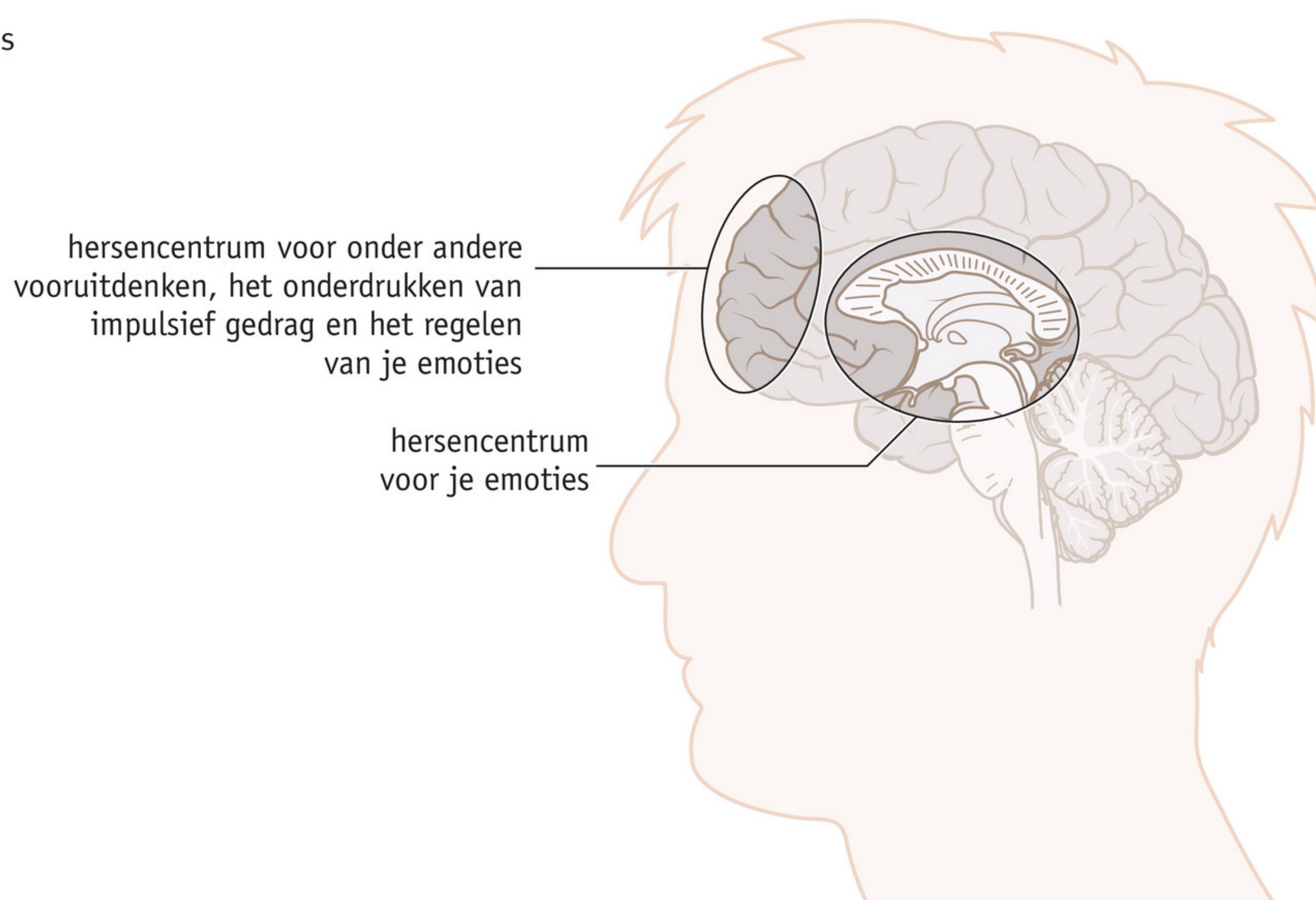
Er is sprake van **lichamelijke afhankelijkheid** als de gebruiker lichamelijke klachten krijgt wanneer hij of zij stopt met het drugsgebruik. Er treden dan ontwenningssverschijnselen op (bijvoorbeeld trillen, koorts, pijn, misselijkheid of slapeloosheid).

INVLOED OP DE HERSENEN

Drugs beïnvloeden de werking van de hersenen. De meeste drugs beïnvloeden de overdracht van impulsen tussen zenuwcellen in de hersenen (bijvoorbeeld nicotine, cocaïne en amfetamine). Ze kunnen het doorgeven van impulsen remmen of juist stimuleren.

Vooraf bij jongeren is de invloed op de werking van het zenuwstelsel groot, omdat hun hersenen nog in ontwikkeling zijn. Met name het voorste deel van de hersenen is bij pubers nog in ontwikkeling (zie afbeelding 51). Dit deel heb je nodig om vooruit te denken, impulsief gedrag te onderdrukken en je emoties te regelen. Daarnaast worden in de puberteit veel nieuwe verbindingen gelegd tussen zenuwcellen in de hersenen en worden nuttige verbindingen versterkt (en onnuttige verbindingen verbroken). Je hersenen leren als het ware welke verbindingen belangrijk zijn en welke niet. Wanneer verbindingen in je hersenen in je jeugd niet goed worden aangelegd, heeft dit in je verdere leven gevolgen zoals verminderde intelligentie (IQ), geheugenstoornissen, verminderd concentratievermogen, leerstoornissen, depressies en emotionele problemen. Pas rond je 24e levensjaar zijn de hersenen volgroeid.

► **Afb. 51** Hersencentra voor emoties en controle over je emoties.

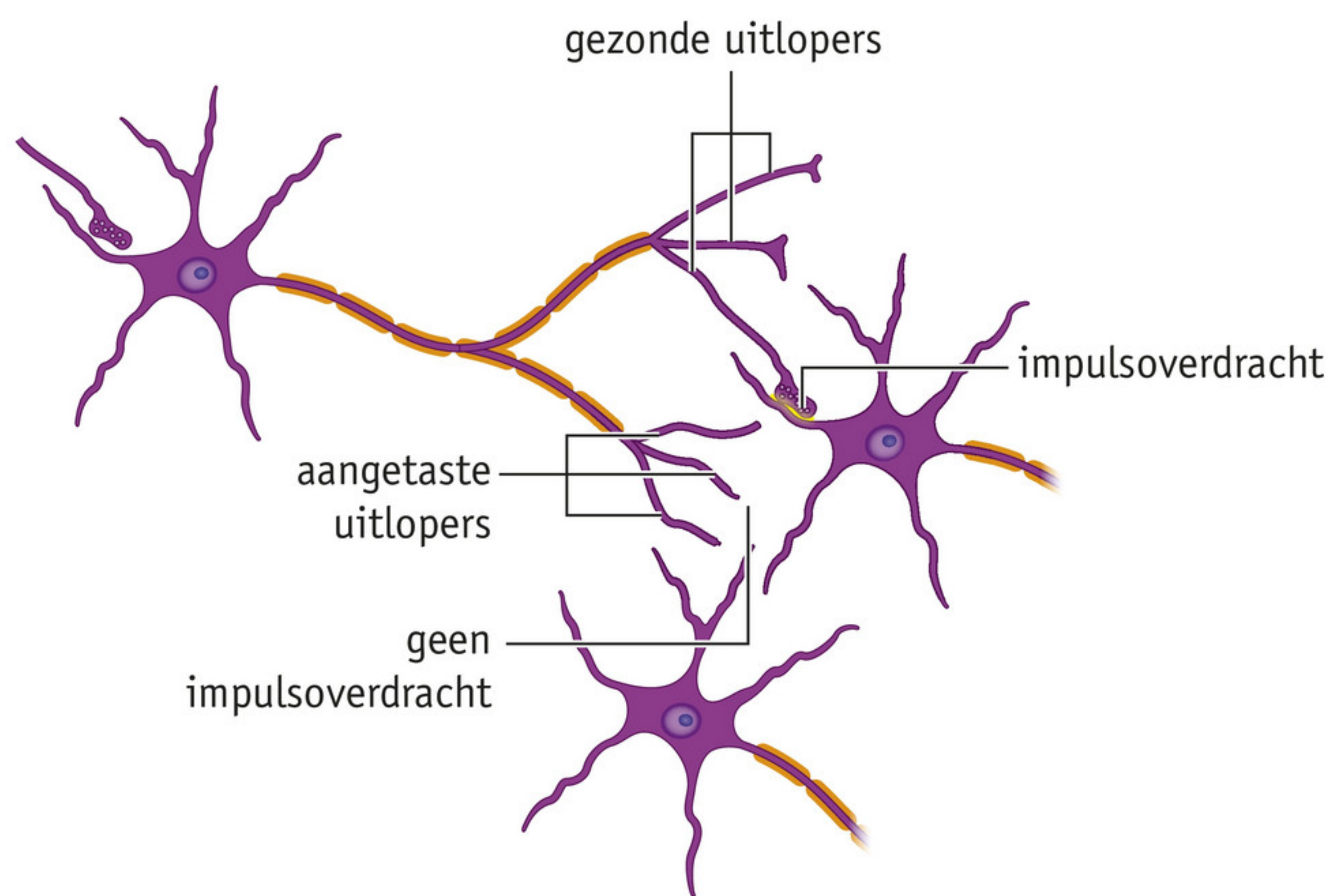


Alcohol breekt de uitlopers van zenuwcellen in de hersenen af (zie afbeelding 52). Hierdoor worden verbindingen tussen zenuwcellen (en tussen hersengebieden) blijvend verbroken en daalt de hersenactiviteit (zie afbeelding 53). Ook andere drugs kunnen de uitlopers van zenuwcellen in de hersenen beschadigen (bijvoorbeeld xtc).

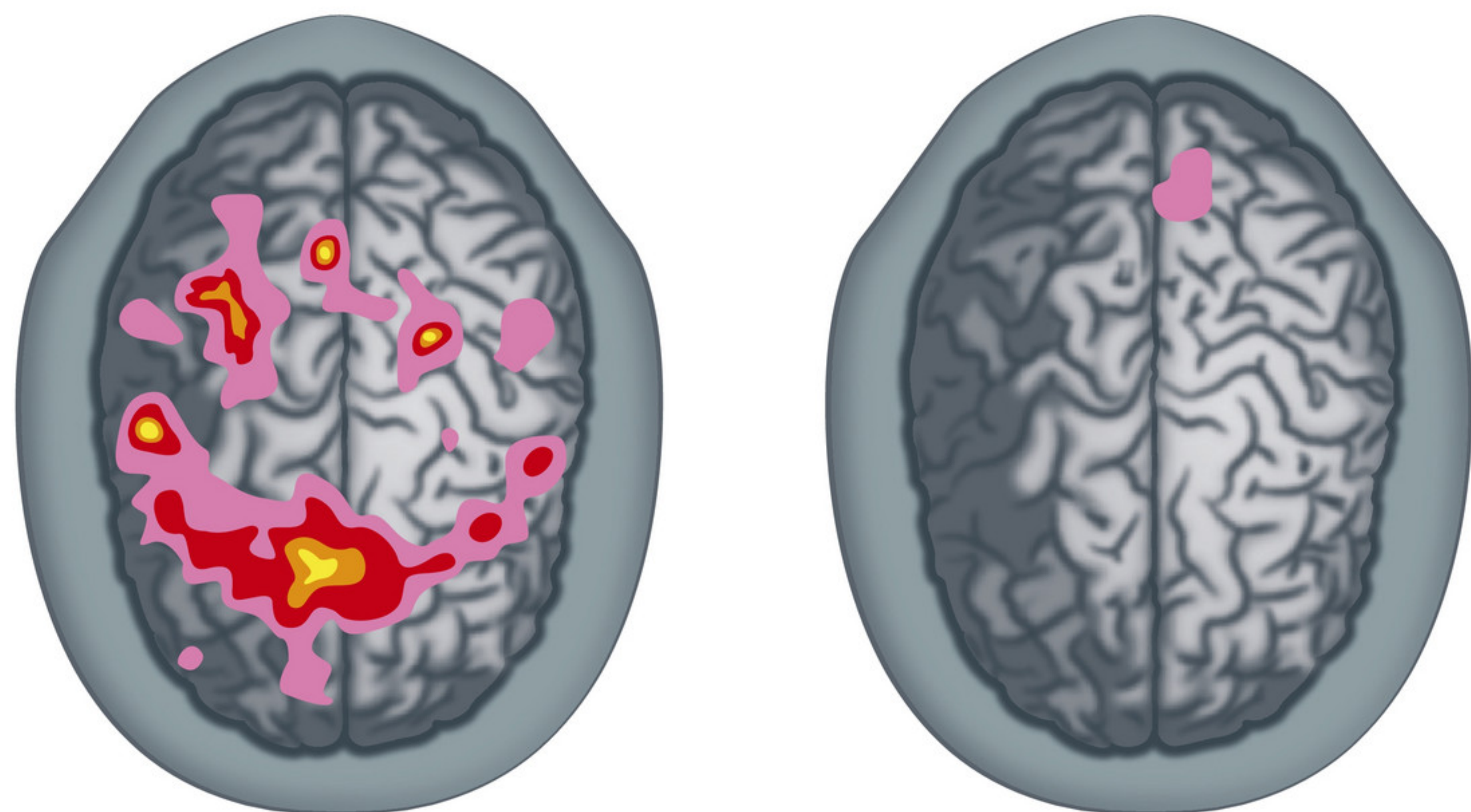
Daarnaast treedt bij sommige drugs **tolerantie** op. Dat wil zeggen dat de gebruiker een steeds grotere dosis van het middel nodig heeft om hetzelfde effect te voelen. Tolerantie treedt op doordat er bij het gebruik van deze drugs een hormoon wordt afgegeven in je hersenen dat je een tevreden gevoel geeft. De volgende keer dat je drugs wilt gebruiken, heb je een grotere dosis nodig om hetzelfde gevoel te krijgen. Dit kan leiden tot verslaving.

WB OPDRACHT 1 T/M 5 BLZ. 58

- **Afb. 52** Alcohol breekt de uitlopers van zenuwcellen in de hersenen af.



- **Afb. 53** Hersenscan die de hersenactiviteit toont van een drinker en een niet-drinker tijdens eenzelfde geheugentaak.



15-jarige jongen die geen alcohol drinkt

15-jarige jongen die vaak en veel alcohol drinkt

Legenda:



Examentrainer

STRESS

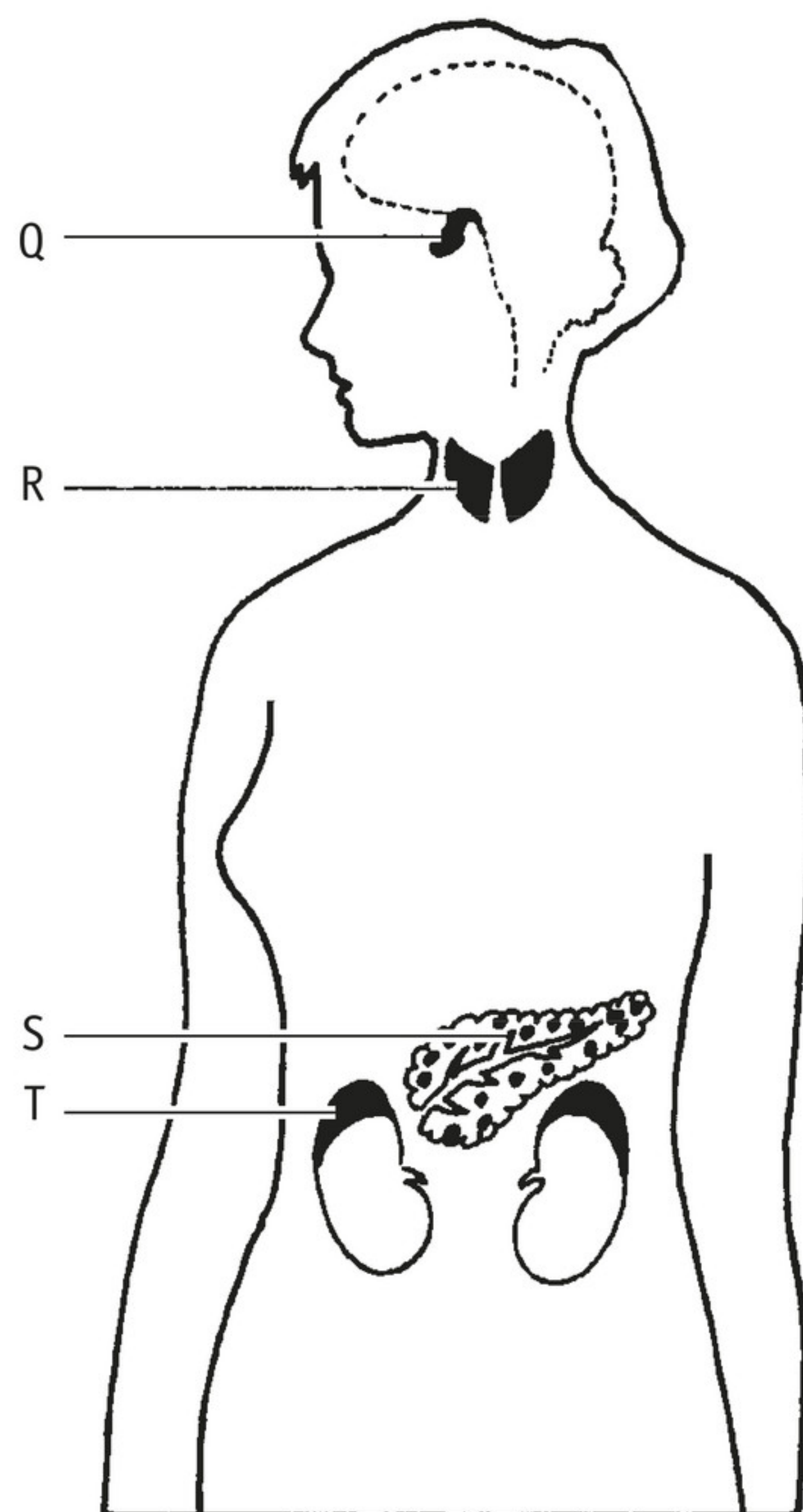
Naar: examen vmbo-k 2013-1, vraag 34 en 35.

Grote spanning, stress, heeft een aantal veranderingen in het lichaam tot gevolg. In een experiment worden deze veranderingen onderzocht. Twintig vrijwilligers maken een 'bungeejump' vanaf een 70 meter hoge kraan. Van elke vrijwilliger wordt op drie tijdstippen bloed afgenomen: vlak vóór de sprong, vlak erna en twee uur later.

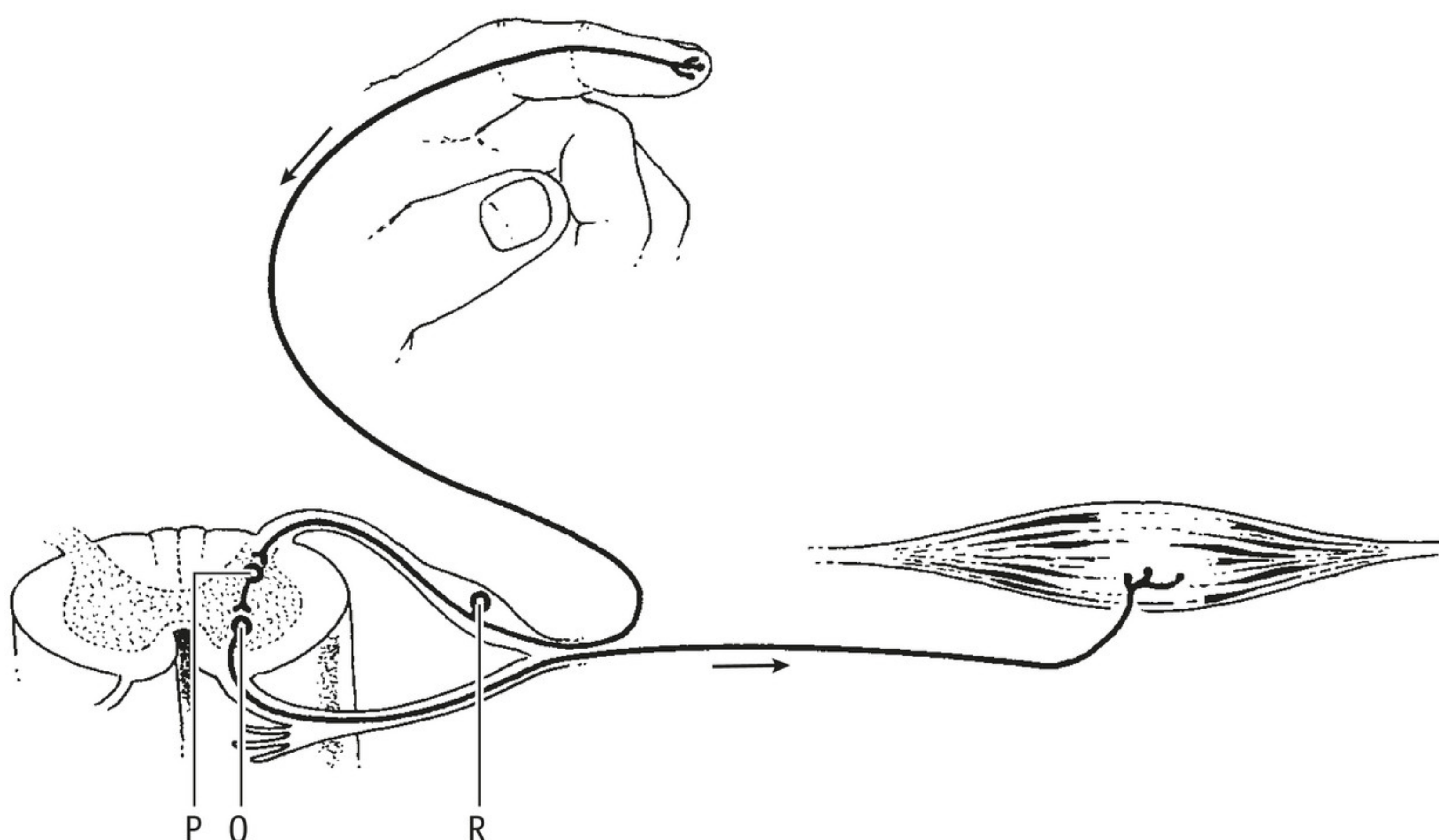
Vlak vóór de sprong blijkt het adrenalinegehalte van het bloed bij alle deelnemers sterk verhoogd.

- 1p **1** Neemt hierdoor het aantal hartslagen per minuut toe of af?
- 1p **2** Welke invloed heeft de toename van adrenaline op het glucosegehalte van het bloed: neemt het glucosegehalte toe of af?

▼ **Afb. 54** De ligging van hormoonklieren (schematisch).



▼ **Afb. 55** Een reflexboog tussen huid en spier (schematisch).



In afbeelding 54 zie je enkele hormoonklieren in het lichaam.

- 1p **3** Welke letter geeft een orgaan aan dat adrenaline maakt?
- A Letter Q.
B Letter R.
C Letter S.
D Letter T.

IMPULSEN

Naar: examen vmbo-gt 2010-1, vraag 13 en 14.

In afbeelding 55 is schematisch weergegeven hoe enkele zenuwcellen impulsen geleiden vanuit de huid naar een spier. De pijlen geven de richting van de impulsen aan.

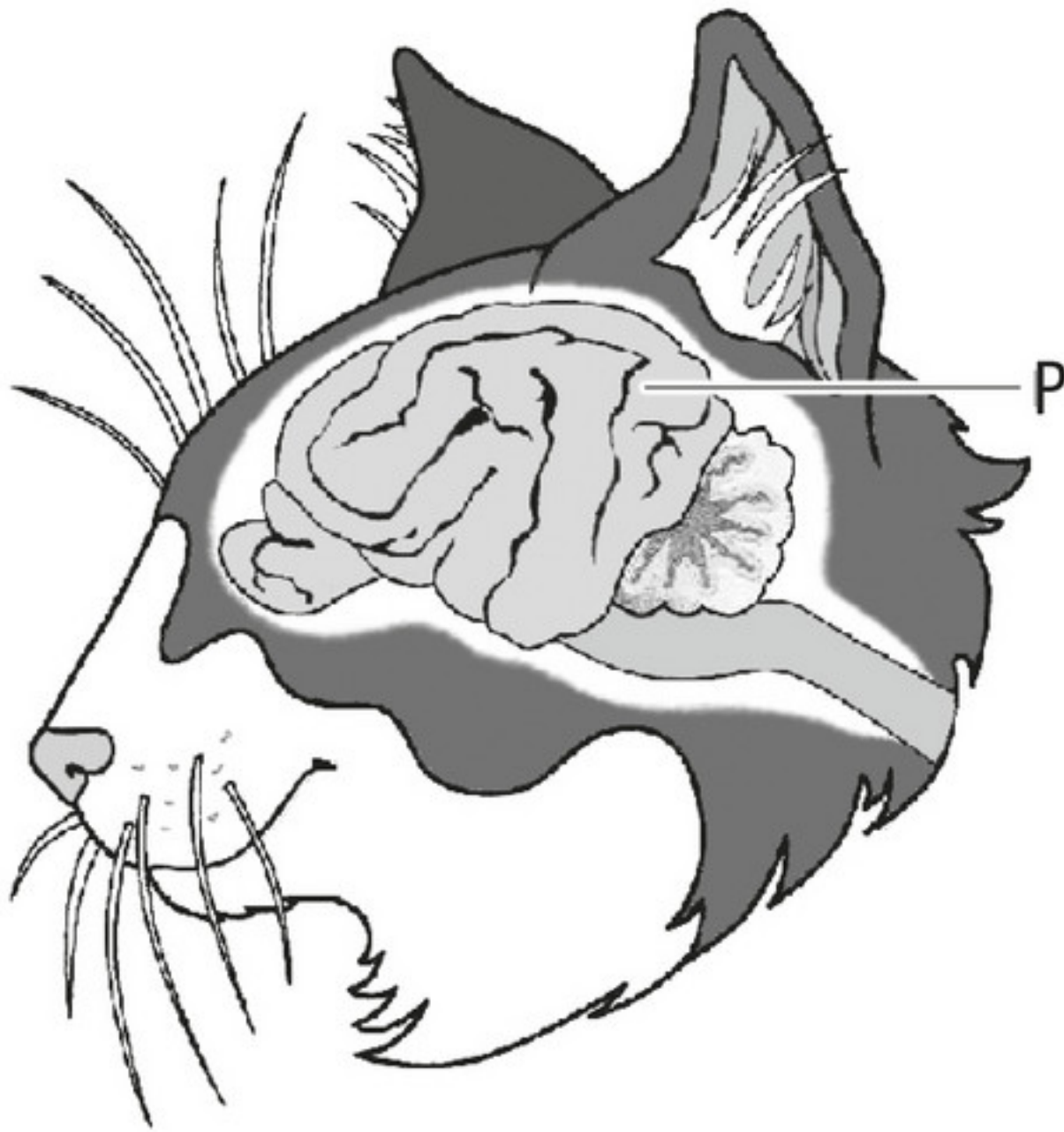
- 1p **4** Treedt als gevolg van deze impulsen een reflex op of een bewuste beweging?
- 1p De letters P, Q en R geven zenuwcellen aan.
- 5** Welke letter geeft een schakelcel aan?
- A Letter P.
B Letter Q.
C Letter R.

EEN KAT ZIET EEN VLINDER

Naar: examen vmbo-k 2013-2, vraag 5.

Een kat kijkt naar een vlinder. De oogzenuwen geleiden impulsen uit de ogen naar de hersenen. De letter P in afbeelding 56 geeft het deel van de hersenen aan waar die impulsen worden verwerkt zodat de kat de vlinder ziet.

▼ **Afb. 56** De hersenen van een kat (schematisch).



- 1p **6** Hoe heet het deel van de hersenen dat wordt aangegeven met de letter P?
- A De grote hersenen.
 - B De hersenstam.
 - C De kleine hersenen.

Plusvraag

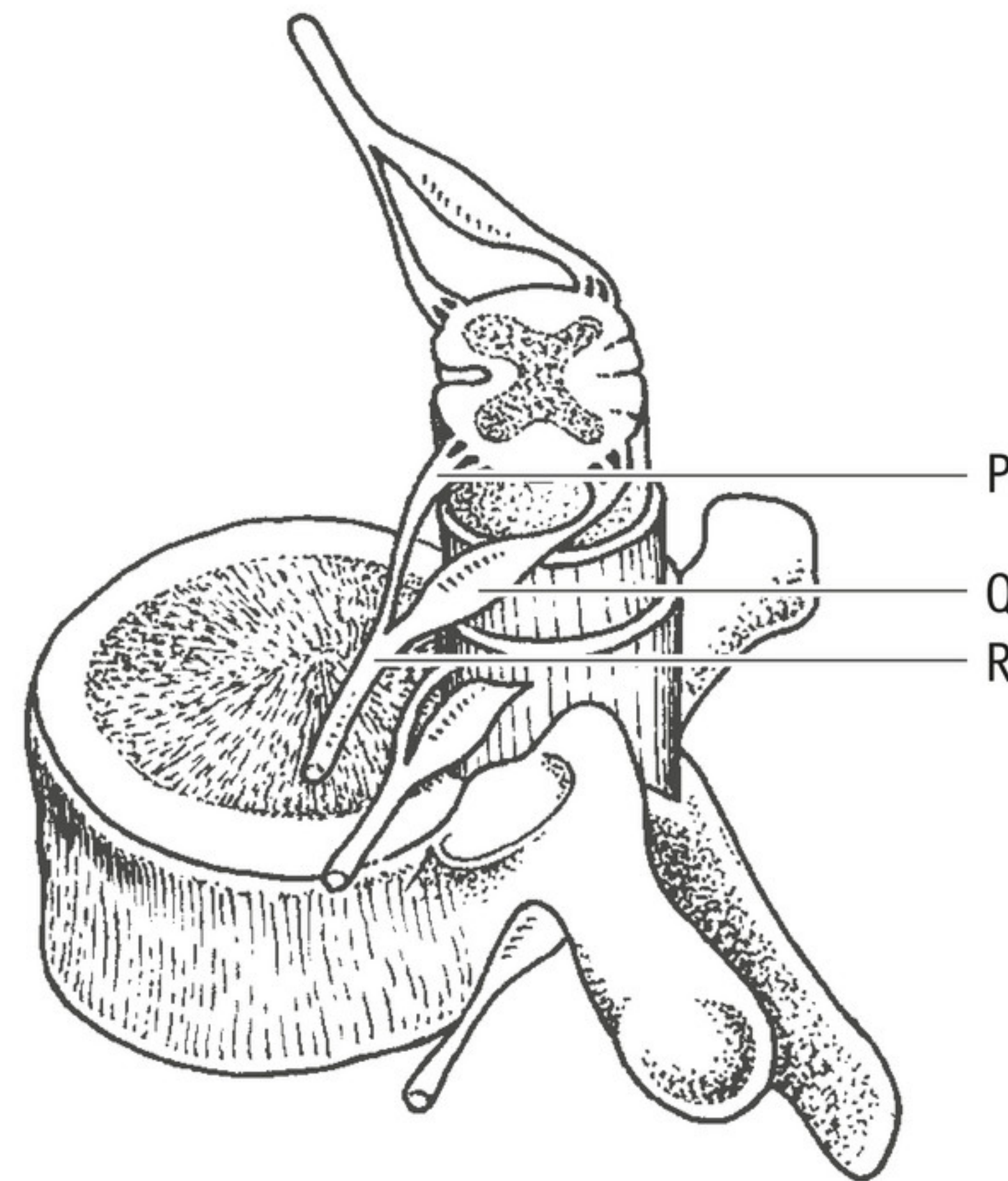
VERNAUWING VAN HET HALSWERVELKANAAL

Bron: examen vmbo-gt 2008-1, vraag 9 en 10.

In de wervelkolom bevindt zich het wervelkanaal met het ruggenmerg. Soms groeien er verdikkingen aan het botweefsel van halswervels. Dit wordt een vernauwing van het halswervelkanaal genoemd. Bij een patiënt is door een verdikking aan een halswervel een armzenuw bekneld geraakt. De beknelling heeft verlamming en gevoelloosheid tot gevolg.

In afbeelding 57 is van een gezonde persoon een halswervel met ruggenmerg en zenuwen weergegeven.

▼ **Afb. 57** Ruggenmerg en wervel van een gezonde persoon (schematisch).



- 1p **7** Op welke van de plaatsen P, Q of R kan een beknelling van de zenuw zowel verlamming als gevoelloosheid tot gevolg hebben?
- A Op plaats P.
 - B Op plaats Q.
 - C Op plaats R.

Een verdikking aan een wervel kan ook tot gevolg hebben dat bloedvaten worden dichtgedrukt, waardoor het ruggenmerg beschadigd raakt.

- 1p **8** Leg uit waardoor het ruggenmerg beschadigd raakt als er niet genoeg bloed naar toe wordt gevoerd.

6 Zintuigen



BASISSTOF

- 1 Het zintuigenstelsel
- 2 Voelen, ruiken en proeven
- 3 De ogen
- 4 De iris en de ooglenz
- 5 Het netvlies
- 6 De oren

46
49
52
54
57
60

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

63
66

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Illusies
- 2 Practicum: een oog ontleden
- 3 Scherp zien

72
74
75

EXAMENTRAINER

78



Met je zintuigen neem je personen en voorwerpen in je omgeving waar. Daar kun je dan weer op reageren. Je voelt bijvoorbeeld dat je smartphone trilt en pakt hem om te kijken welk bericht je vrienden je hebben gestuurd.

Je hebt verschillende zintuigen. In dit thema leer je eerst welke zintuigen in je huid, in je neus en in je tong liggen. Je leert ook welke waarnemingen je met deze zintuigen kunt doen. Daarna leer je hoe je ogen en oren zijn gebouwd en hoe ze werken.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het zintuigenstelsel

Als het koud is, ga je rillen en krijg je kippenvel. En als je tegen de zon in kijkt, doe je vanzelf je ogen een beetje dicht. Je lichaam merkt veranderingen in je omgeving op en reageert daarop.

ZINTUIGEN

Een **zintuig** is een orgaan dat reageert op prikkels uit je omgeving. De belangrijkste zintuigen liggen in je ogen, je oren, je neus, je tong en in je huid (zie afbeelding 1). In je oren komen de gehoorzintuigen en de evenwichtszintuigen voor. In je neus liggen de reukzintuigen en op je tong de smaakzintuigen. In de ogen liggen de gezichtszintuigen.

In je huid liggen zintuigen waarmee je kunt voelen. Je kunt op verschillende manieren iets voelen. Daarom liggen er in je huid verschillende zintuigen. Deze reageren op warmte, koude, druk of aanraking. Alle zintuigen samen noem je het **zintuigenstelsel**.

► **Afb. 1** De belangrijkste zintuigen zitten in je ogen, je oren, je neus, je tong en je huid.



HET ONTSTAAN VAN IMPULSEN

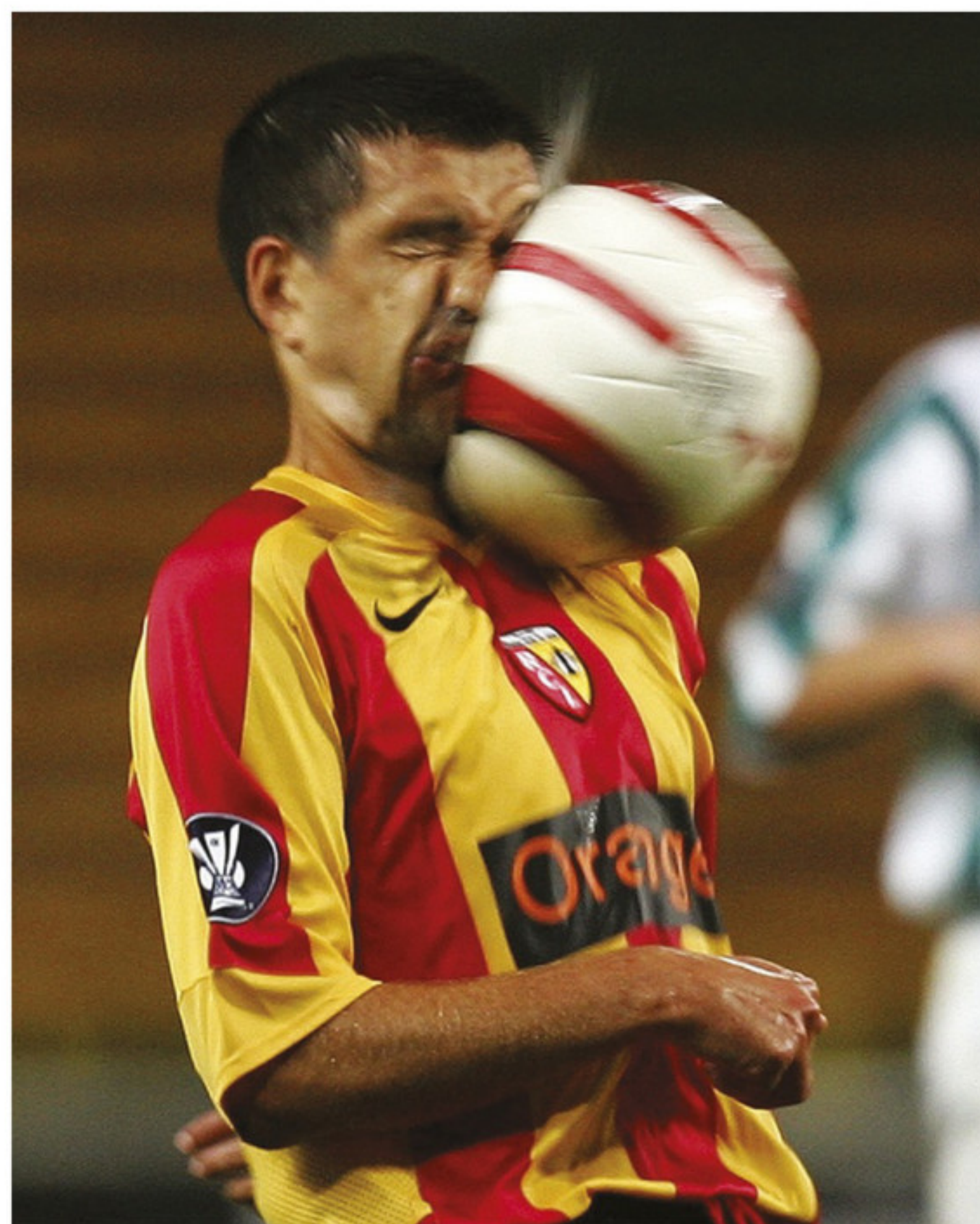
In zintuigcellen ontstaan alleen impulsen als een prikkel sterk genoeg is. De zwakste prikkel die een impuls veroorzaakt, heet de **drempelwaarde**. Als een prikkel zwakker is dan de drempelwaarde, ontstaan er geen impulsen. Een heel zacht geluid hoor je bijvoorbeeld niet. De prikkel is dan niet sterk genoeg.

Elk type zintuigcel is speciaal gevoelig voor één bepaalde prikkel: de **adequate prikkel**. Zintuigcellen in je oog zijn bijvoorbeeld speciaal gevoelig voor licht. Licht noem je daarom de adequate prikkel voor de zintuigcellen in je oog. De drempelwaarde voor de prikkel licht is voor deze zintuigcellen heel laag.

Zintuigcellen kunnen ook prikkels waarnemen waarvoor ze niet speciaal gevoelig zijn (zie afbeelding 2). De drempelwaarde voor deze prikkels is veel hoger. Als je een bal zachtjes tegen je oog drukt, zie je niets. De prikkelsterkte is dan lager dan de drempelwaarde. Maar als je de bal hard op je ogen krijgt, zie je 'sterretjes'. Door de dreun van de bal ontstaan impulsen in je ogen. Die impulsen gaan naar de grote hersenen. De plaats waar de impulsen in de grote hersenen aankomen, bepaalt welke waarneming je doet.

WB PRACTICUM 1 BLZ. 86

► **Afb. 2** Een niet-adequate prikkel.



WAARNEMING

De drempelwaarde voor een prikkel is niet altijd even hoog. Wanneer zintuigcellen langere tijd dezelfde prikkels ontvangen, ontstaan in de zintuigcellen minder impulsen. Dit noem je **gewenning**. Door gewenning voel je bijvoorbeeld na enige tijd de kleren op je lichaam niet meer.

Verder speelt ook de **motivatie** een rol. Als je bijvoorbeeld heel aandachtig luistert, hebben de zintuigcellen in je oren een lage drempelwaarde voor geluiden. Je hoort geluiden dan beter.

Tot slot kunnen ook de grote hersenen je waarnemingen beïnvloeden. Je hersenen verwerken niet alle waarnemingen even snel. Een woord lezen gaat veel sneller dan het opnoemen van de kleur waarin het woord is afgedrukt (zie afbeelding 3). Als de naam van een kleur wordt afgedrukt in een andere kleur (bijvoorbeeld **Rood**), lezen we het woord eerder dan dat we ons bewust zijn van de kleur.

WB PRACTICUM 2 BLZ. 87
WB OPDRACHT 1 T/M 5 BLZ. 66

▼ Afb. 3 Kleurwaarneming.

Rood	Roze	Oranje	Zwart
Groen	Paars	Blauw	Rood
Blauw	Bruin	Groen	Grijs
Geel	Rood	Roze	Paars

1

Rood	Roze	Oranje	Zwart
Groen	Paars	Blauw	Rood
Blauw	Bruin	Groen	Grijs
Geel	Rood	Roze	Paars

2

▼ Afb. 4

Wit-goud of blauw-zwart?

Via sociale media ging de foto van een vrouw in deze blauw-zwarte jurk razendsnel de wereld over. Of draagt de vrouw een wit-gouden jurk? De meningen waren verdeeld. Als je naar de foto kijkt, gaat het licht van de jurk naar zintuigcellen in je ogen. Die zintuigcellen sturen impulsen naar je hersenen. Je hersenen bepalen daarna welke kleuren de jurk heeft. Maar wat de hersenen aangeven, is niet bij iedereen hetzelfde. Daardoor ziet niet iedereen de jurk in dezelfde kleur. Hoe zie jij deze jurk?



2 Voelen, ruiken en proeven

Blinde mensen lezen met hun vingertoppen. Op het toetsenbord van hun computer zitten kleine bobbeltjes (zie afbeelding 5). Elke groep bobbeltjes stelt een letter of cijfer voor. Met hun vingertoppen tasten ze de toetsen af en 'lezen' ze.

► **Afb. 5** Toetsenbord met brailleschrift.

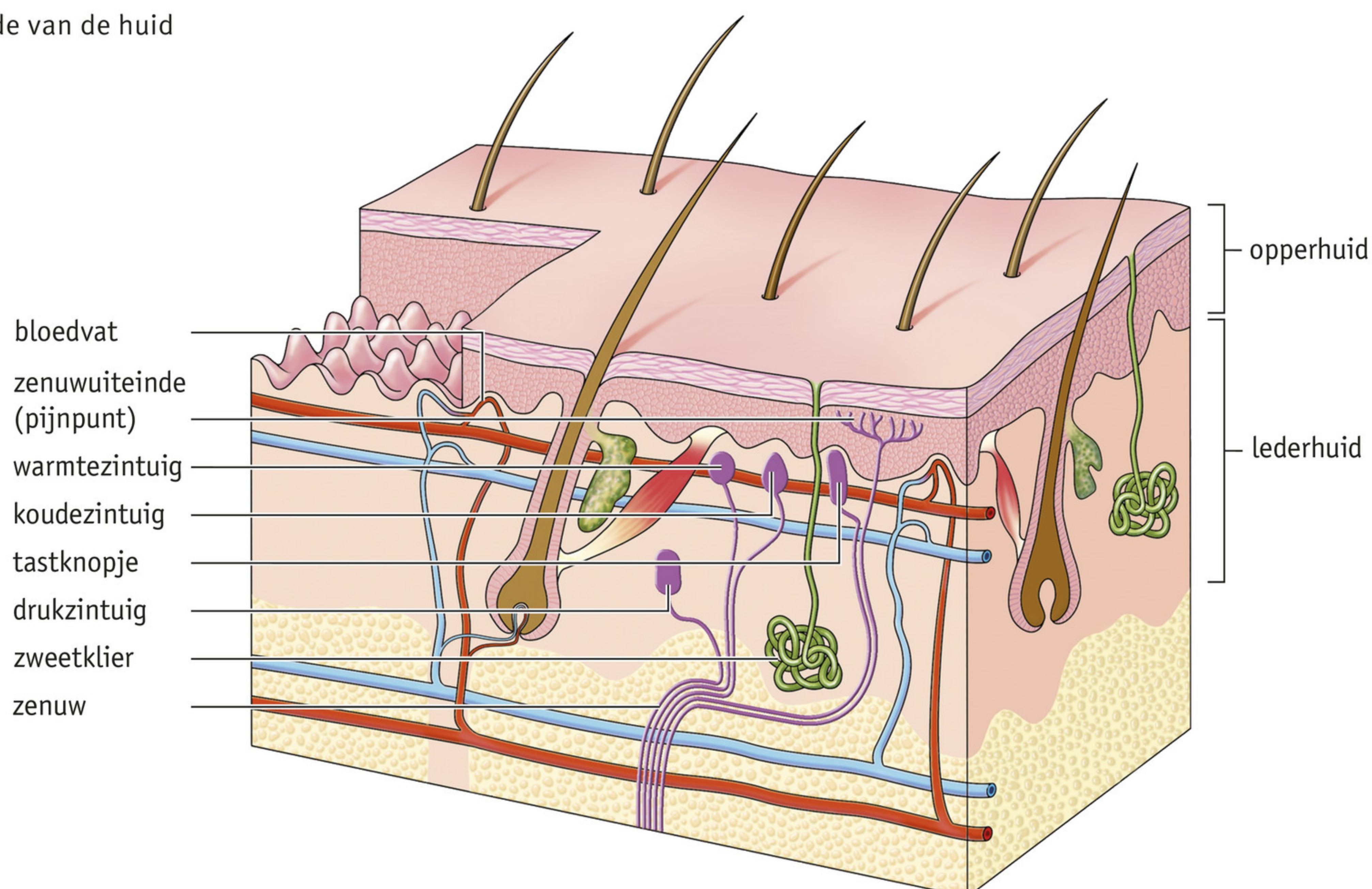


ZINTUIGEN IN DE HUID

Niet alleen blinde mensen kunnen goed voelen. Ook jij voelt het verschil tussen glad of ruw, hard of zacht. Hiervoor gebruik je je tastzintuigen. De **tastzintuigen** liggen in **tastknopjes** vlak onder de opperhuid. Tastzintuigen reageren op lichte aanraking van de huid (zie afbeelding 6).

Drukzintuigen liggen dieper in de huid. Drukzintuigen reageren wanneer er op je huid wordt gedrukt. Ze zijn belangrijk bij het regelen van de kracht waarmee je iets vastpakt. Een breekbaar glas pak je met minder kracht op dan een stevige beker.

▼ **Afb. 6** Doorsnede van de huid (schematisch).

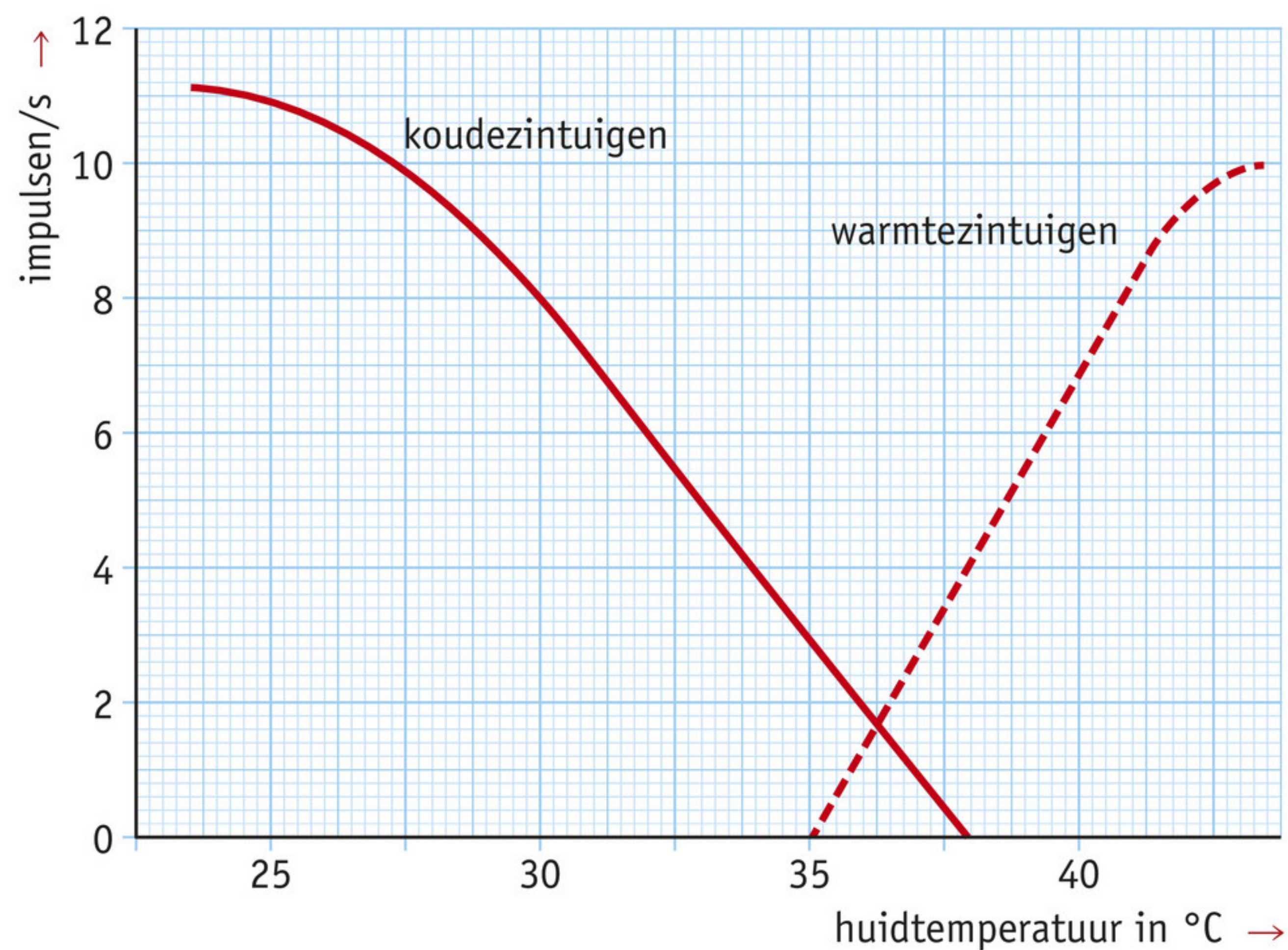


In de huid komen ook warmtezintuigen en koudezintuigen voor. Wanneer je bijvoorbeeld een ijsblokje aanraakt, geeft je huid warmte af aan het ijsblokje. Het stukje huid dat het ijs raakt, koelt af. Dit prikkelt de **koudezintuigen**.

Warmtezintuigen reageren wanneer je huid in aanraking komt met iets dat warmer is dan je huid. In afbeelding 7 zie je hoe koude- en warmtezintuigen reageren wanneer de temperatuur van je huid verandert.

WB PRACTICUM 3 EN 4 BLZ. 87

► **Afb. 7** Reactie van de huid na temperatuurverandering.

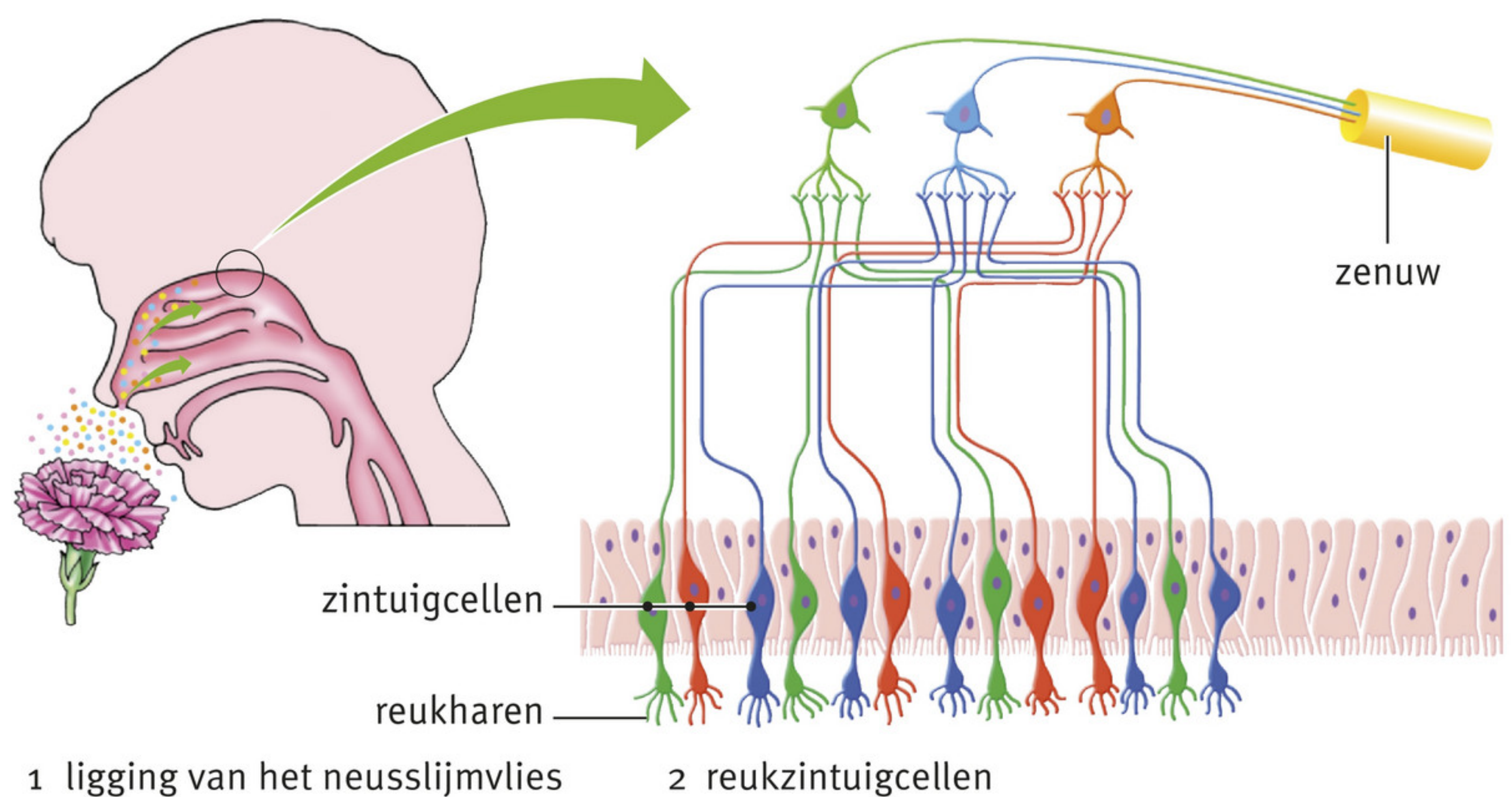


Je neemt pijn waar met pijnpunten. **Pijnpunten** zijn de vrije uiteinden van gevoelszenuwen (zie afbeelding 6). Ze komen op allerlei plaatsen in je lichaam voor, ook in dieper gelegen organen.

HET REUKZINTUIG

In je neus bevindt zich het **reukzintuig**. De neusholte is van binnen bedekt met neusslijmvlies. Boven in de neusholte liggen in het neusslijmvlies de reukzintuigcellen met reukharen (zie afbeelding 8). Deze zintuigcellen worden geprikkeld door geuren. Als de prikkels sterk genoeg zijn, ontstaan er impulsen die door gevoelszenuwen naar de hersenen worden geleid.

► **Afb. 8** Neusholte met neusslijmvlies.



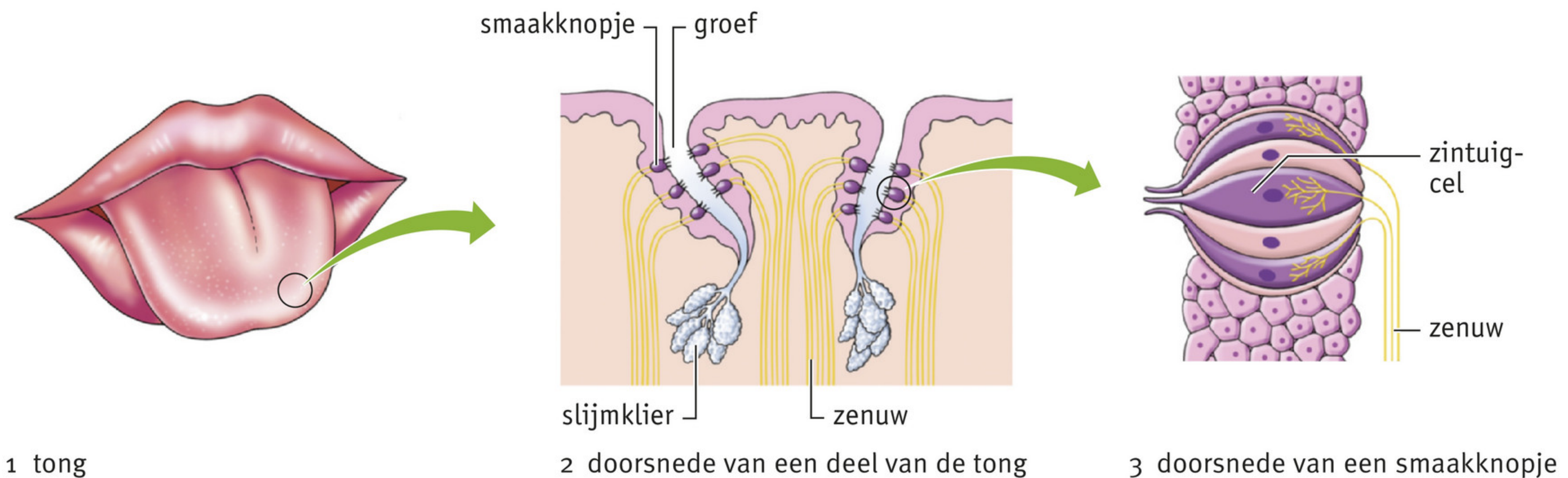
DE SMAAKZINTUIGEN

Smaakzintuigen bevinden zich in het oppervlak van de tong. Over de tong lopen fijne groefjes. Aan de zijkanten van die groefjes liggen de smaakknopjes (zie afbeelding 9). In de smaakknopjes liggen de smaakzintuigcellen. Deze zintuigcellen kunnen alleen zoet, zuur, zout, bitter en umami (hartig) onderscheiden. Bij alle andere smaken die je proeft, speelt het reukzintuig een belangrijke rol.

WB PRACTICUM 5 BLZ. 89

WB OPDRACHT 6 T/M 12 BLZ. 68

▼ **Afb. 9** De smaakzintuigen (schematisch).



▼ **Afb. 10**

Hondenbegeleider

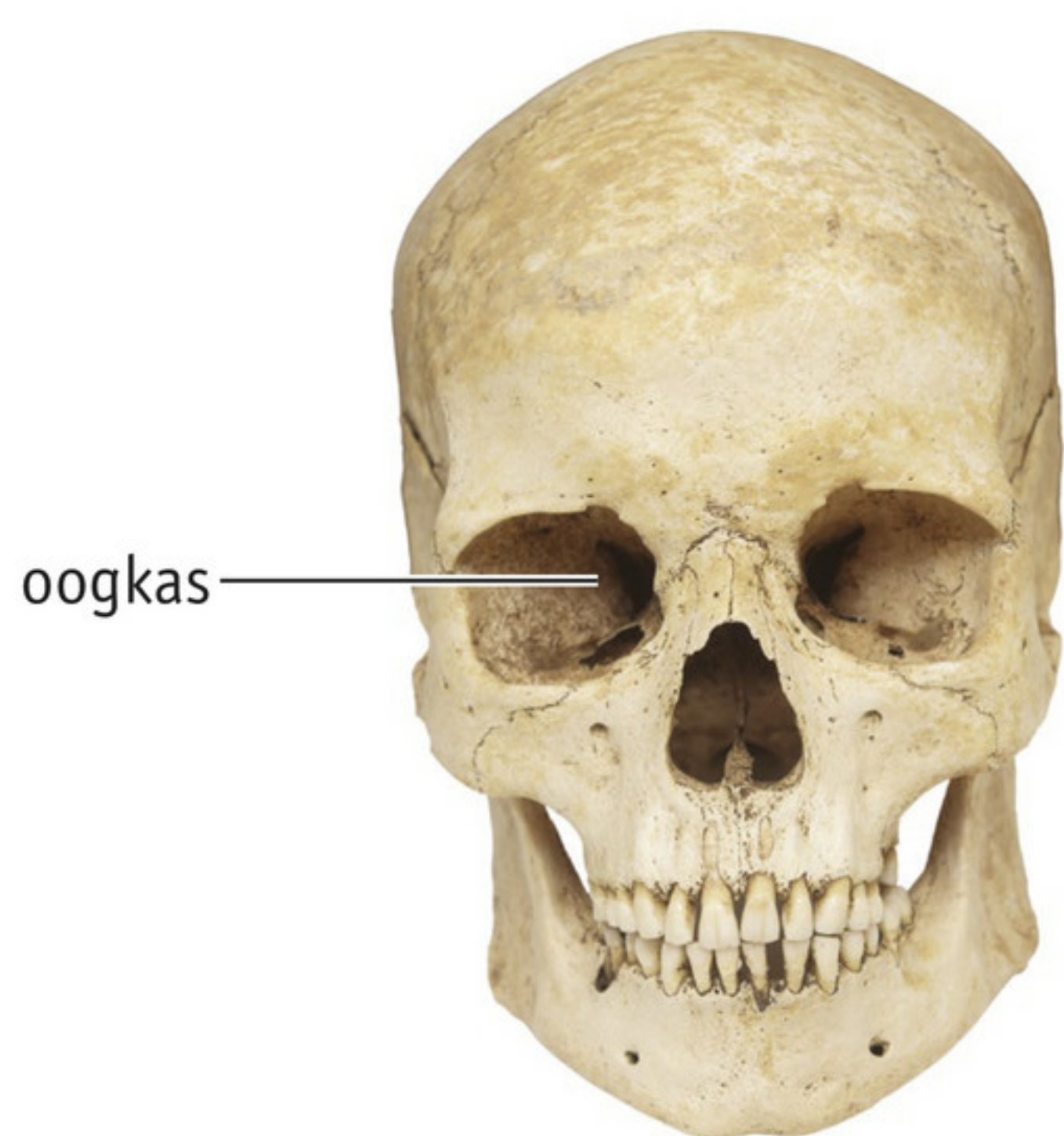
Ariën Bos werkt op de luchthaven Schiphol. Hij is hondenbegeleider bij de douane. Samen met zijn hond Renzo controleert hij de bagage van passagiers. Ze onderzoeken of passagiers drugs meenemen. Ariën heeft Renzo geleerd om te gaan zitten als hij drugs ruikt. De training van een hond voor dit werk duurt ongeveer vier maanden.

Honden ruiken beter dan mensen. Een hond heeft een groter neusslijmvlies. In dit neusslijmvlies kunnen wel honderdtachtig miljoen reukzintuigcellen voorkomen. Een mens heeft maar twintig miljoen reukzintuigcellen. Ariën en Renzo zijn altijd samen. Na het werk neemt Ariën zijn hond mee naar huis. Daar leeft Renzo als huisdier.



3 De ogen

▼ **Afb. 11** Oogkassen.



► **Afb. 12** Een oog.

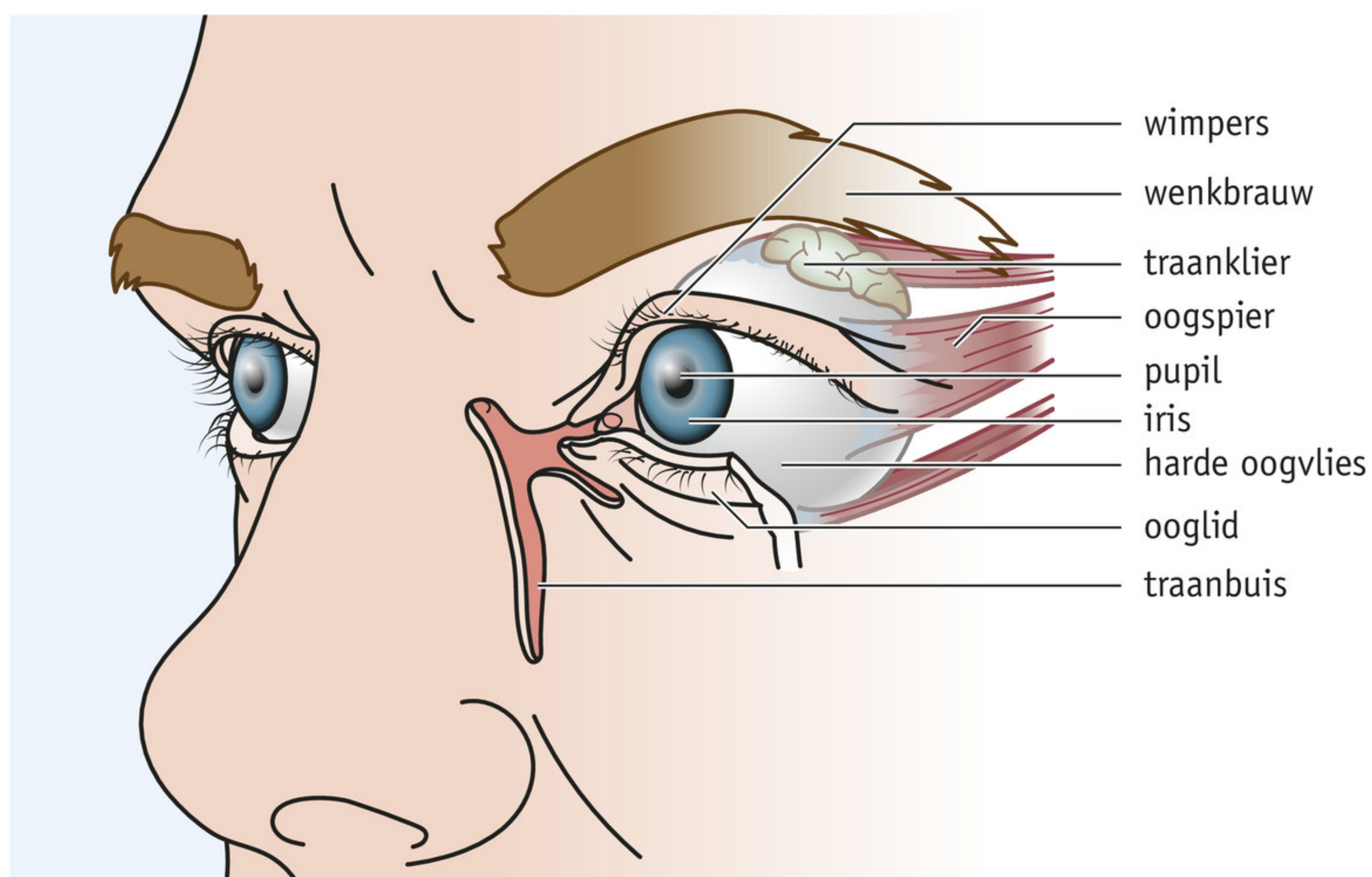
Elke dag knipper je gemiddeld tienduizend keer met je ogen. Sommige mensen knipperen vaker met hun ogen bij stress en als ze geëmotioneerd zijn. Hoe spannender, hoe vaker iemand met zijn ogen knippert. Daarom knippert iemand die verliefd is vaker met zijn ogen.

UITWENDIGE BOUW VAN DE OGEN

De oogkassen beschermen je ogen (zie afbeelding 11). In de oogkassen zitten verschillende **oogspieren** aan het oog vast (zie afbeelding 12). Met deze spieren kun je de ogen in allerlei richtingen draaien. Tussen het oog, de oogkas en de oogspieren zit vetweefsel.

Dankzij de **wenkbrauwen** lopen zweetdruppels of ander vocht langs je ogen en niet erin. Je **wimpers** beschermen je ogen tegen vuil en te fel licht.

Het witte gedeelte van je oog is het **harde oogvlies**. Het is een stevig, dik vlies dat het oog beschermt. Het gekleurde gedeelte van een oog heet **iris**. In de iris kunnen veel verschillende kleuren voorkomen. Daarom wordt de iris ook wel het **regenboogvlies** genoemd. In de iris zit een opening: de **pupil**. De pupil zie je als een zwarte ronde vlek. Over de iris en de pupil heen ligt het **hoornvlies**.

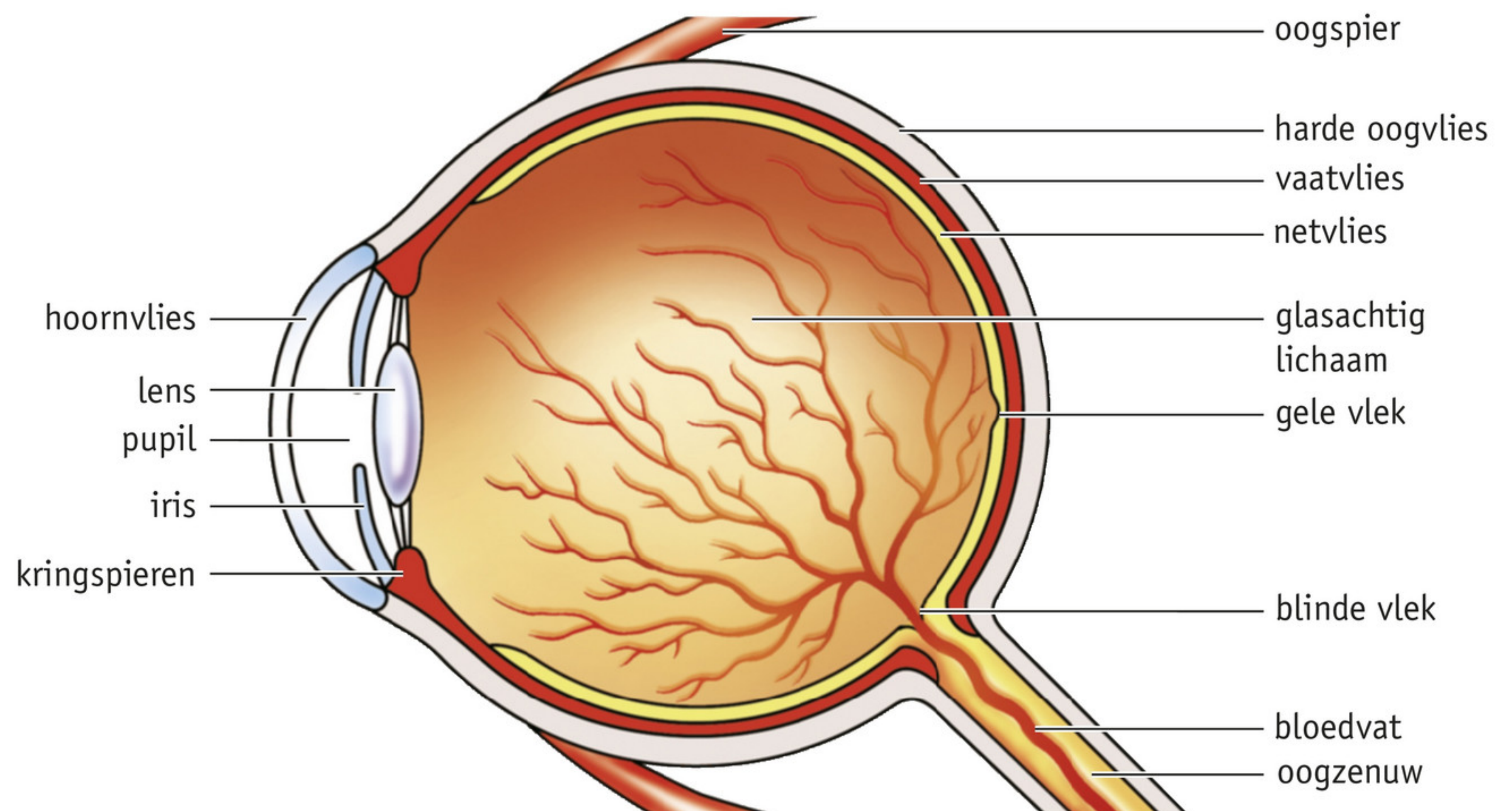


Je **traanklieren** maken traanvocht. Als je knippert, verspreiden de oogleden het **traanvocht** over je ogen. Het vocht beschermt je hoornvlies tegen uitdroging en maakt het hoornvlies schoon. Kleine stofjes of prikkelende stoffen spoelen weg. Dat merk je bijvoorbeeld als je een ui schoonmaakt. In je ooghoeken zitten twee kleine openingen. Hierdoor komt het traanvocht terecht in de **traanbuizen**. Via deze traanbuizen komt het traanvocht in je neusholte.

INWENDIGE BOUW VAN DE OGEN

In afbeelding 13 zie je een schematische tekening van een doorsnede van een oog. De wand van je oog bestaat uit drie lagen. Het harde oogvlies is de buitenste laag. Aan de voorkant van het oog gaat het harde oogvlies over in het hoornvlies. Het hoornvlies is doorzichtig, waardoor licht je oog binnen kan vallen.

► **Afb. 13** Doorsnede van een oog (schematisch).



De middelste laag noem je het **vaatvlies**, omdat er veel bloedvaten in voorkomen. Via deze bloedvaten krijgt het oog voeding en zuurstof. Aan de voorkant gaat het vaatvlies over in de iris (regenboogvlies). Door de opening in de iris (de pupil) komt het licht je oog binnen.

Achter de iris en de pupil bevindt zich de **lens**. Rondom de lens liggen **kringspiieren**. Samen met het hoornvlies zorgen de kringspiieren en de lens ervoor dat je scherp ziet.

De binnenste laag van de wand van een oog is het **netvlies**. In dit vlies liggen zintuigcellen die worden geprikkeld wanneer er licht op valt. Die zintuigcellen geven dan impulsen af die via de **oogzenuw** naar de hersenen gaan.

In het midden van het netvlies ligt de **gele vlek**. Met de zintuigcellen in de gele vlek kun je het scherpst zien. De plaats van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat, heet **blinde vlek**. In de blinde vlek liggen geen zintuigcellen.

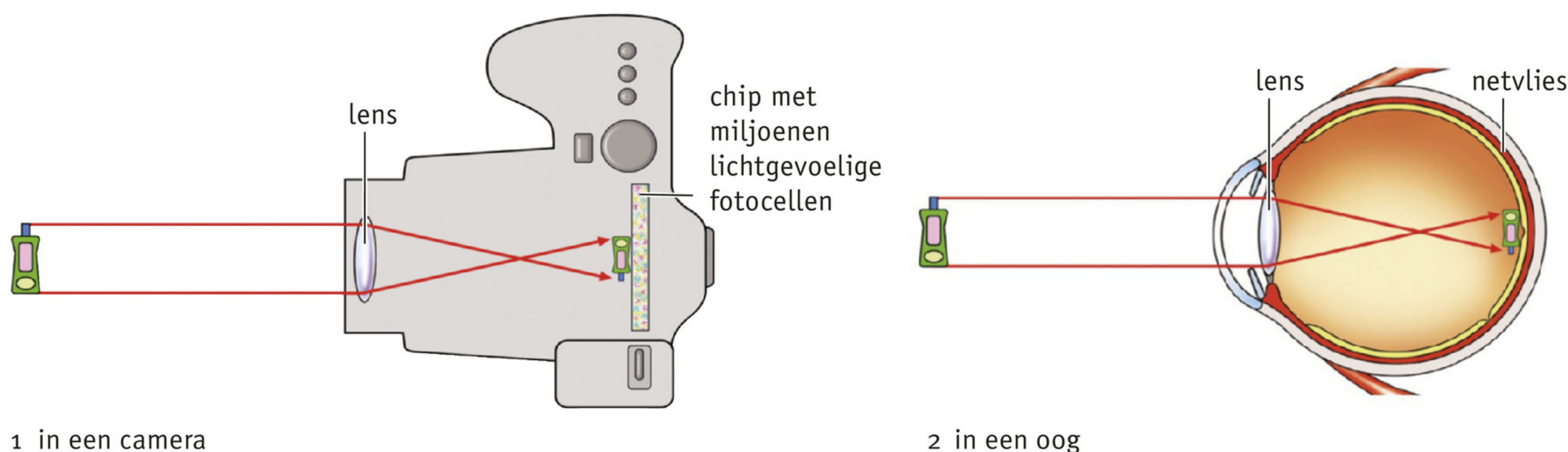
Een oog is voor het grootste deel gevuld met een geleiachtige massa: het **glasachtig lichaam**. Het glasachtig lichaam helpt om het netvlies op zijn plaats te houden. Tussen het glasachtig lichaam en het netvlies liggen bloedvaten.

WB OPDRACHT 13 T/M 18 BLZ. 71

4 De iris en de ooglens

Het ene moment bekijk je foto's op je smartphone en het andere moment zie je een vliegtuig in de lucht. Om dit mogelijk te maken, passen je ogen zich voortdurend aan. Maar om goed te zien, heb je ook je hersenen nodig. Als je ergens naar kijkt, ontstaat een omgekeerd en verkeind beeld op je netvlies (zie afbeelding 14). Zintuigcellen geven impulsen af naar de gezichtscentra in de grote hersenen. Die gezichtscentra verwerken de impulsen en zorgen ervoor dat je het beeld rechtopstaand en op de juiste grootte ziet.

▼ **Afb. 14** Beeldvorming (schematisch).



PUPILREFLEX

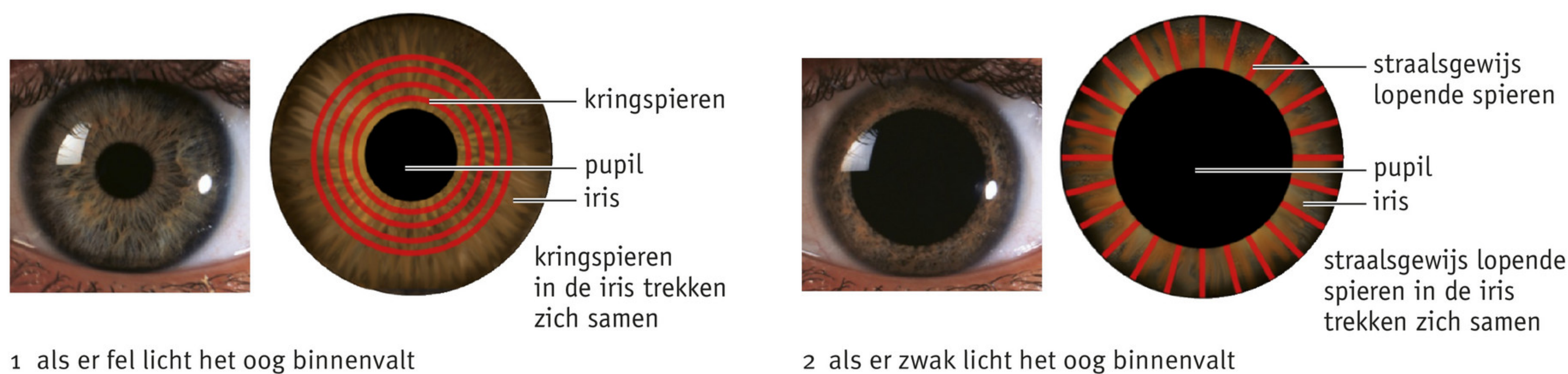
Als je tegen fel licht inkijkt, kan het licht je zintuigcellen beschadigen. De bescherming door je wimpers tegen fel licht is dan niet meer voldoende. Je knijpt je ogen daarom ook bijna dicht bij fel licht. Hoeveel licht er in het oog komt, hangt ook af van de grootte van de pupil. De pupil kan groter en kleiner worden gemaakt door spiertjes in de iris.

De **kringspielen** lopen rondom de pupil (zie afbeelding 15.1). Als die samentrekken, wordt de pupil kleiner. Zo komt er niet te veel licht in het oog. De **straalsgewijs lopende spieren** (lengtespielen) lopen van de pupil naar de buitenrand van de iris (zie afbeelding 15.2). Als die samentrekken, wordt de pupil groter. Dan komt er meer licht in het oog.

Het samentrekken van de spieren in de iris is een voorbeeld van een reflex. Je noemt deze reflex de **pupilreflex**. Door de pupilreflex worden zintuigcellen in het netvlies beschermd tegen te veel licht.

▼ **Afb. 15** De pupilreflex.

WB PRACTICUM 6 BLZ. 90



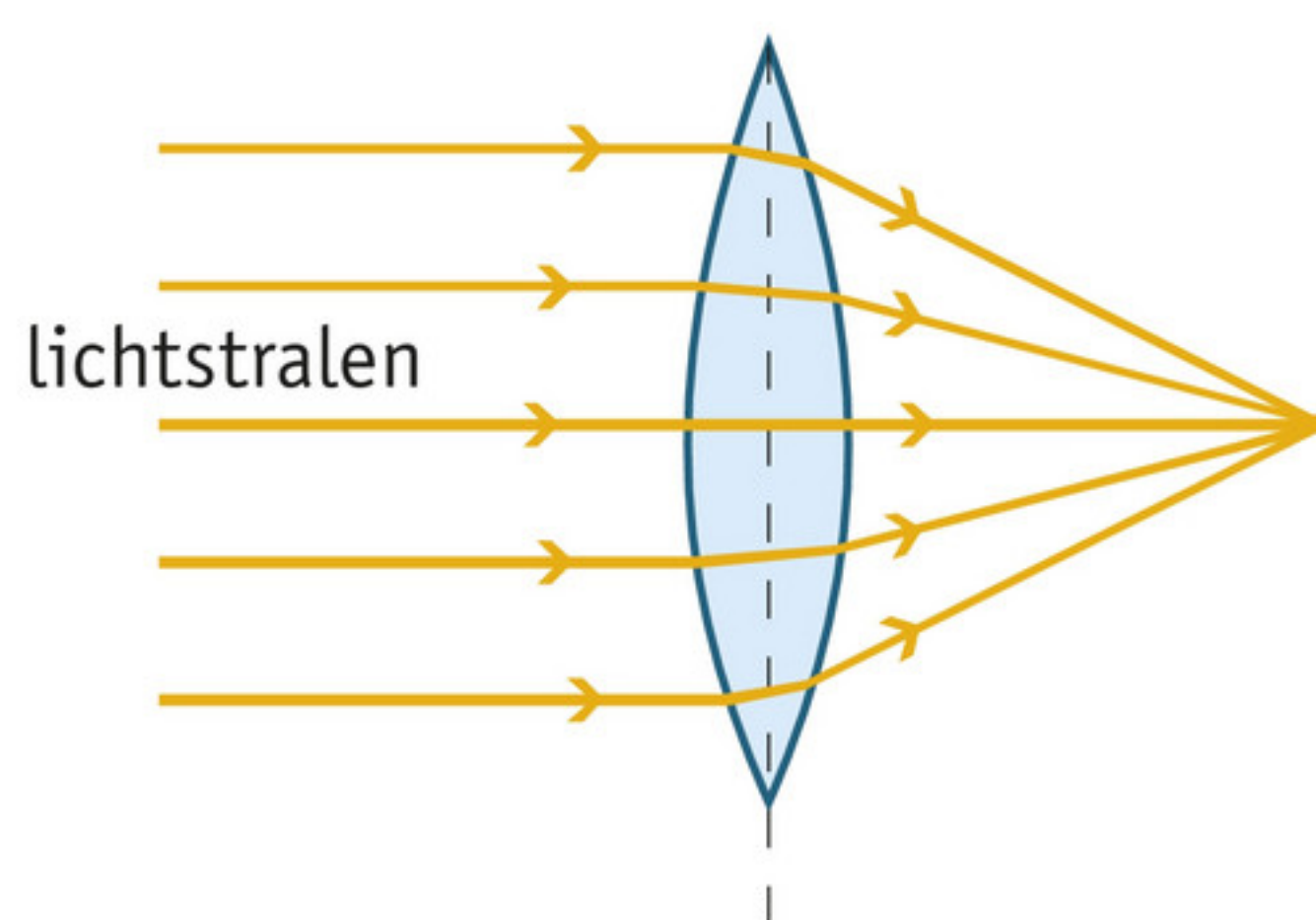
SCHERP ZIEN

Lichtstralen die je ogen binnenvallen, worden afgebogen in een andere richting. Dit heet lichtbreking. De lichtbreking in een oog gebeurt vooral door het hoornvlies en door de ooglenzen. Je ooglenzen zijn bolle lenzen.

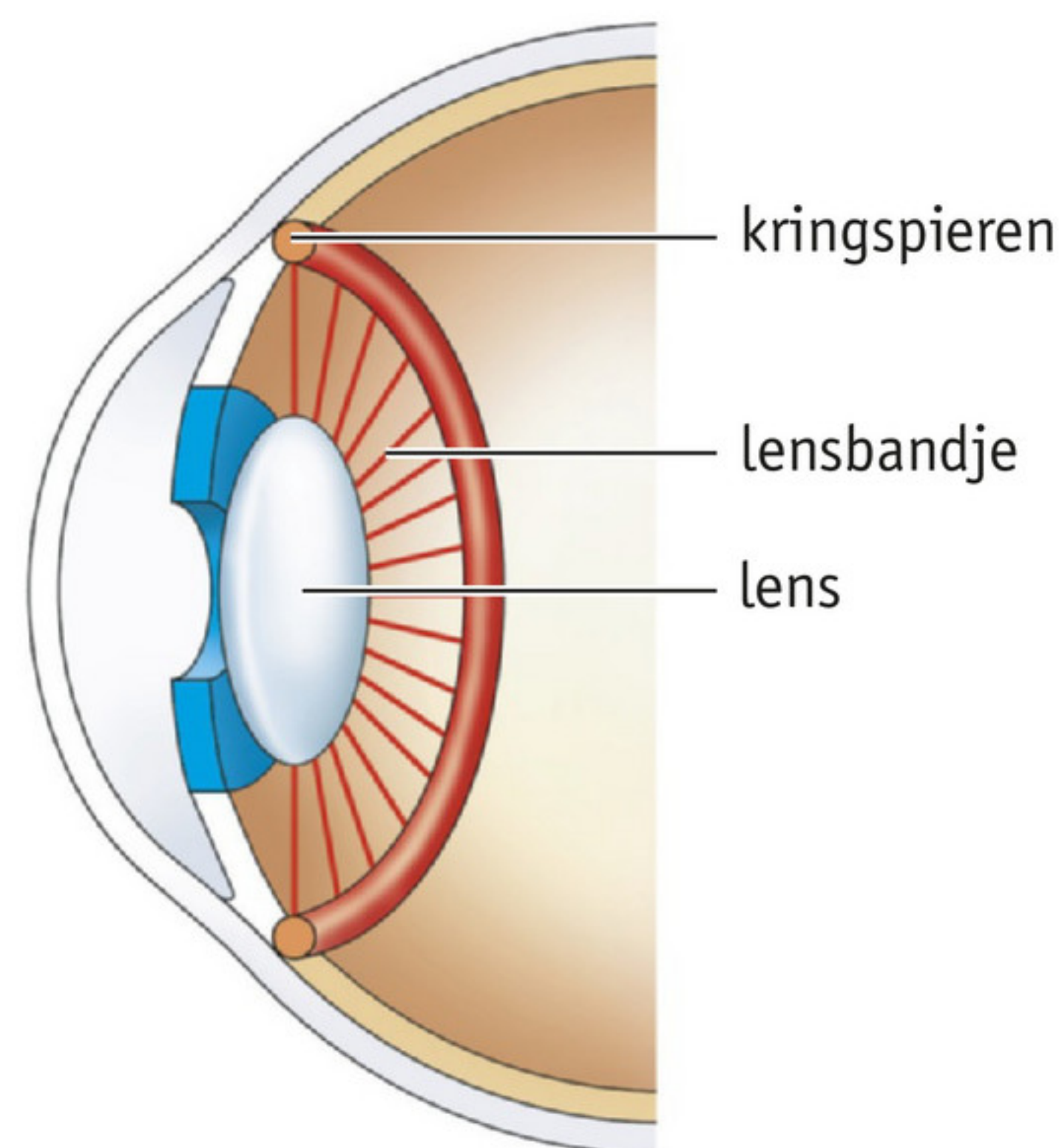
Bolle lenzen buigen lichtstralen naar elkaar toe (zie afbeelding 16).

Een lens van glas, zoals een vergrootglas, heeft altijd dezelfde vorm. Maar de lens van je oog is elastisch en kan van vorm veranderen. De lens kan platter en boller worden. Rondom de lens bevinden zich kringsspieren. De lens hangt met behulp van **lensbandjes** in deze kringsspieren (zie afbeelding 17).

▼ **Afb. 16** Lichtbreking door een bolle lens.



▼ **Afb. 17** Rondom de ooglenzen liggen kringsspieren.

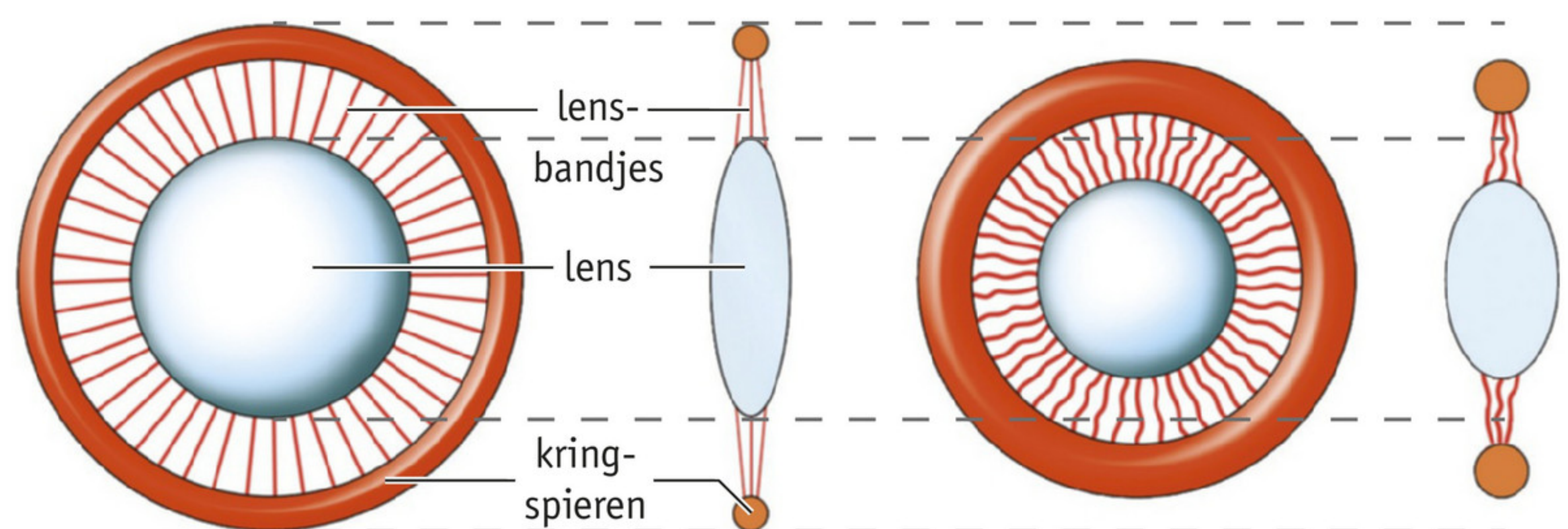


VERAF EN DICHTBIJ

Het glasachtig lichaam in de oogbol staat onder druk. Als de kringsspieren rond de lens ontspannen zijn, zorgt de druk van het glasachtig lichaam ervoor dat de kringsspieren uitrekken. De opening in de kringsspieren rond de lens wordt dan groter (zie afbeelding 18.1). De lensbandjes worden hierdoor strak gespannen. Daardoor rekt de lens uit. De lens wordt dan minder bol zodat je dingen in de verte scherp kunt zien.

Als de kringsspieren samentrekken, wordt de opening waarin de lens hangt kleiner (zie afbeelding 18.2). De lensbandjes verslappen. De lens wordt daardoor minder 'uitgerekt' en zal door de elasticiteit boller worden. Een bolle lens buigt de lichtstralen sterker af. Dat is nodig om een voorwerp dat dichtbij is (minder dan ongeveer 5 m) scherp te kunnen zien.

► **Afb. 18** Boller en platter worden van de ooglenzen.



1 platte ooglenzen

2 bolle ooglenzen

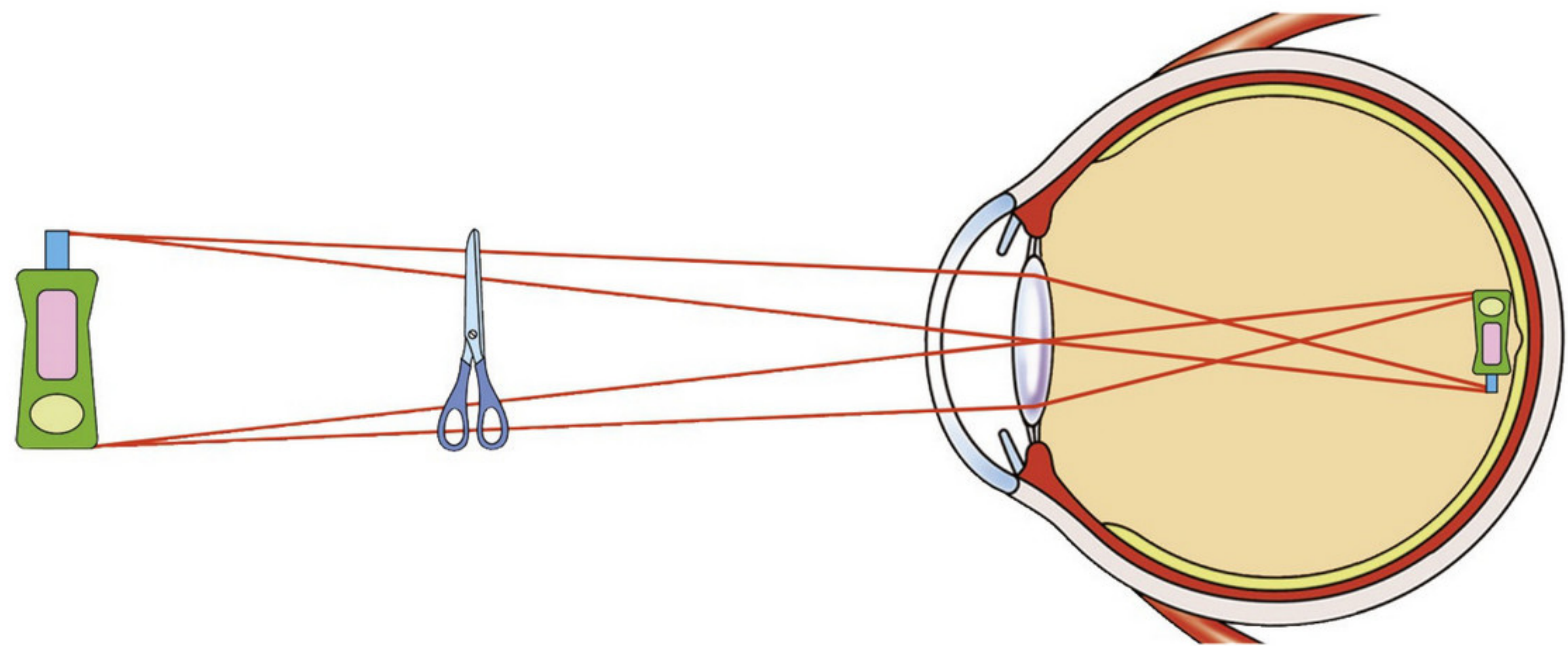
ACCOMMODEREN

Zonder dat je het merkt, wordt de vorm van je ooglenzen voortdurend aangepast. Daardoor kun je op elke afstand goed zien. Het aanpassen van de vorm van de ooglenzen noemen we **accommoderen**. Door het accommoderen wordt bij elke afstand een scherp beeld gevormd (zie afbeelding 19). De ooglenzen van oudere mensen zijn minder elastisch, waardoor ze minder goed bol kunnen worden. Oudere mensen hebben daarom vaak een bril nodig om te kunnen lezen.

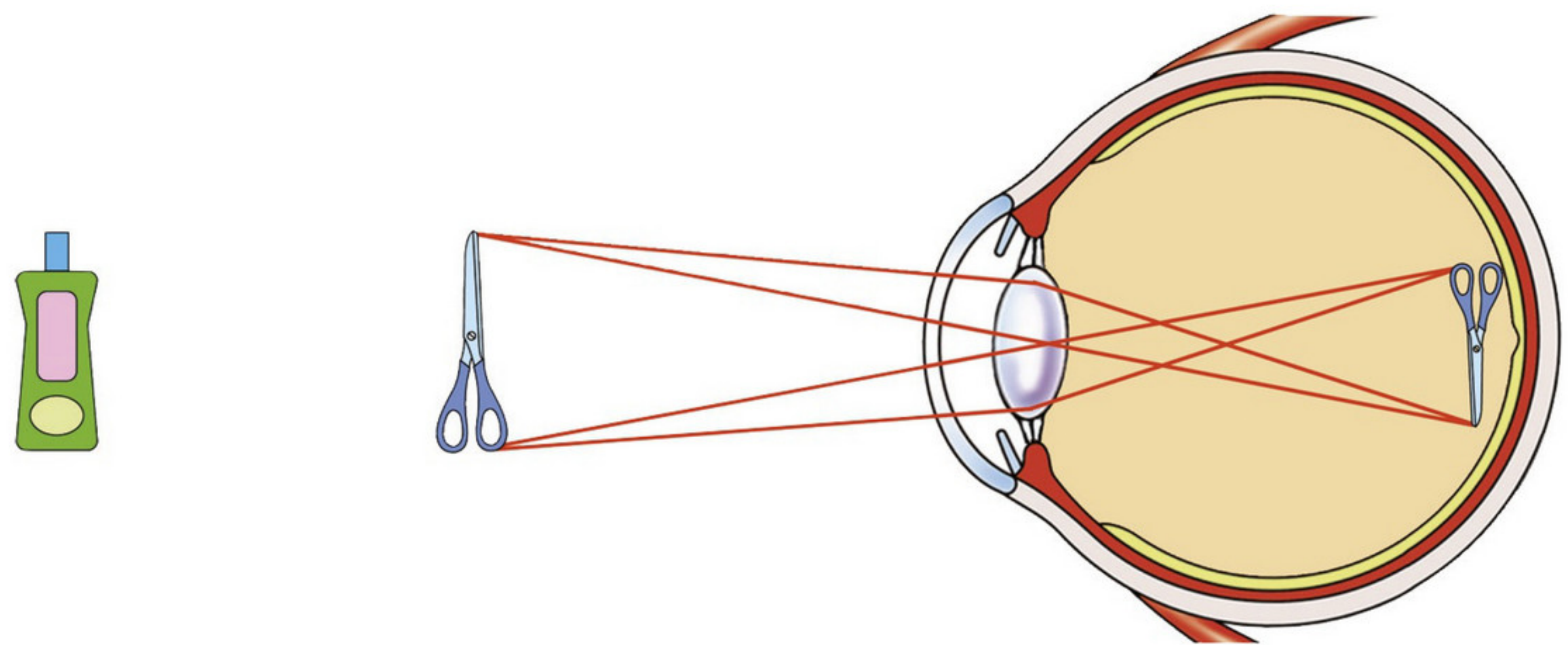
WB PRACTICUM 7 BLZ. 90

WB OPDRACHT 19 T/M 26 BLZ. 75

► **Afb. 19** Accommoderen.



1 bij het zien in de verte zijn de ogen in rusttoestand



2 bij het zien van dichtbij zijn de ogen geaccommodeerd

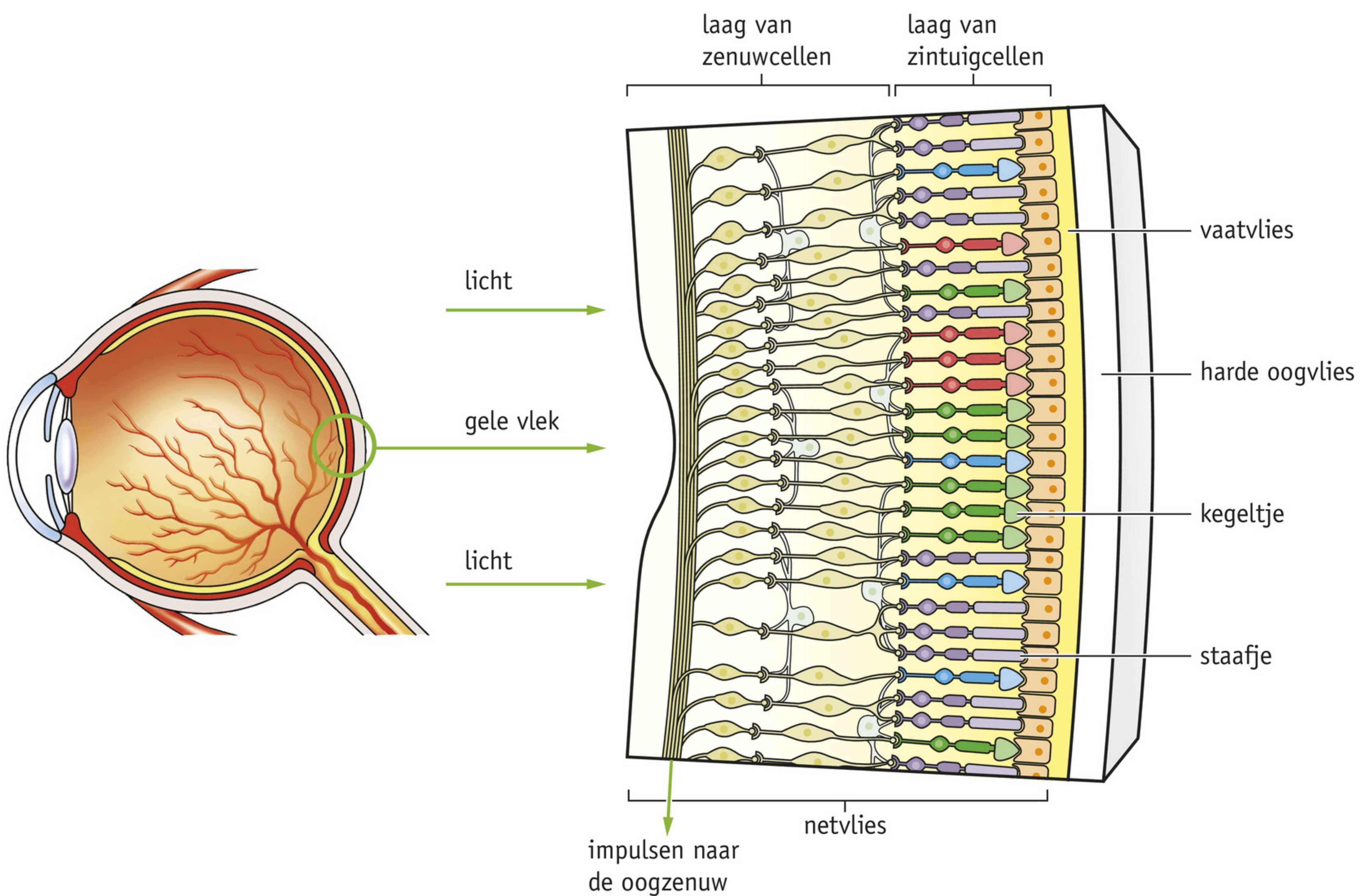
5 Het netvlies

Overdag kun je mensen en voorwerpen in je omgeving goed zien. Alle kleuren en details zijn duidelijk. In het donker zie je alleen contrasten in grijs en zwart-wit. Dit heeft te maken met de bouw en werking van het netvlies.

NETVLIES

Via het hoornvlies, de ooglens en het glasachtig lichaam gaat het licht naar het netvlies. In het netvlies liggen zintuigcellen die door het licht worden geprikkeld. Vervolgens geven de zintuigcellen impulsen af. De impulsen gaan door de oogzenuwen naar de hersenen. In afbeelding 20.1 is een doorsnede van een oog getekend, met netvlies, vaatvlies en harde oogvlies. In afbeelding 20.2 is een vergroting van het netvlies getekend bij de gele vlek. Het netvlies bestaat uit twee lagen: een laag zintuigcellen en een laag zenuwcellen.

▼ **Afb. 20** De bouw van het netvlies (schematisch).



1

2

ZINTUIGCELLEN

In de laag van zintuigcellen liggen twee soorten zintuigcellen: kegeltjes en staafjes.

Kegeltjes werken alleen als er voldoende licht is. Met de kegeltjes zie je kleuren en details (zie afbeelding 21.1). Een spelletje spelen op je smartphone en tv-kijken doe je met de kegeltjes. Een kegeltje reageert op rood, groen of blauw licht. Andere kleuren zie je als de verschillende kegeltjes samenwerken. De meeste kegeltjes liggen in de gele vlek of daar vlakbij. Daarom zie je met dit deel van het netvlies het scherpst. Wanneer je naar een voorwerp kijkt, richt je je ogen zó dat het beeld van dat voorwerp precies op de gele vlek wordt gevormd.

Staafjes werken ook goed als er weinig licht is. Daardoor kun je met de staafjes in de schemering voorwerpen waarnemen (zie afbeelding 21.2). Met de staafjes zie je alleen contrasten in grijs en zwart-wit. Je ziet geen details. Je kunt bijvoorbeeld niet lezen in het donker, want je ziet de letters niet scherp. De staafjes liggen verspreid over het hele netvlies. In de gele vlek liggen geen staafjes.

WB PRACTICUM 8 EN 9 BLZ. 92

► **Afb. 21** Waarnemen met kegeltjes en staafjes.



1 kegeltjes hebben veel licht nodig, waardoor je alleen bij voldoende licht kleuren ziet

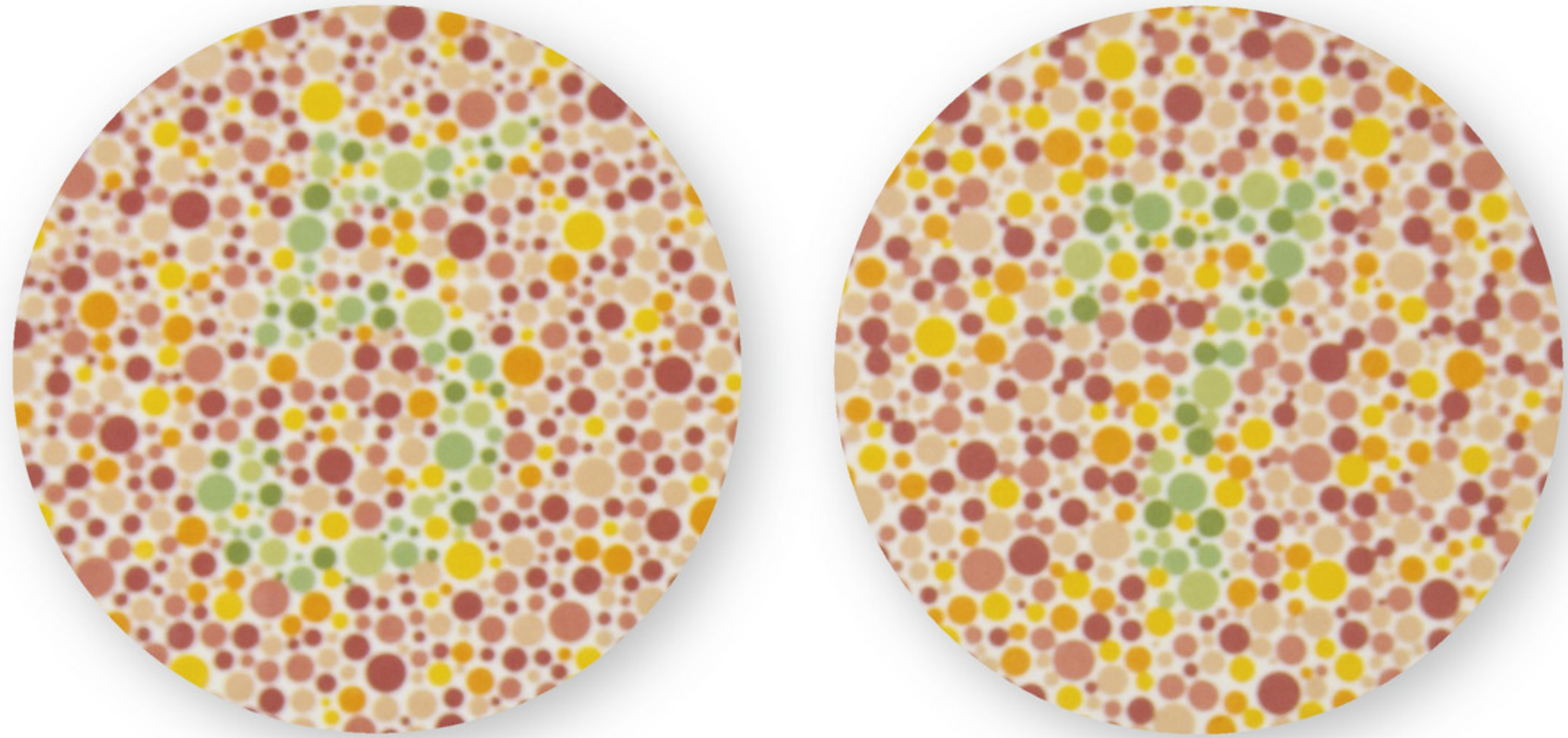


2 dankzij de staafjes kun je ook bij weinig licht zien, maar alleen in grijs en zwart-wit

KLEURENBLINDHEID

Bij iemand die **kleurenblind** is, werken bepaalde kegeltjes niet goed. De meest voorkomende vorm is roodgroenkleurenblindheid. Hierbij zie je geen verschil tussen de kleuren rood en groen. Met de test uit afbeelding 22 is deze vorm van kleurenblindheid aan te tonen.

► **Afb. 22** Iemand die roodgroenkleurenblind is, ziet hier geen getallen.



ZENUWCELLEN

De **laag van zenuwcellen** ligt tegen het glasachtig lichaam aan. De zenuwcellen geleiden de impulsen die in de staafjes en kegeltjes ontstaan naar de hersenen. Uitlopers van de zenuwcellen verlaten het oog via de oogzenuw. Bij de blinde vlek gaan de uitlopers door het netvlies, het vaatvlies en het harde oogvlies heen. Het netvlies is op deze plaats onderbroken. In de blinde vlek liggen geen zintuigcellen.

WB OPDRACHT 27 T/M 32 BLZ. 80

▼ **Afb. 23**

Hondenogen

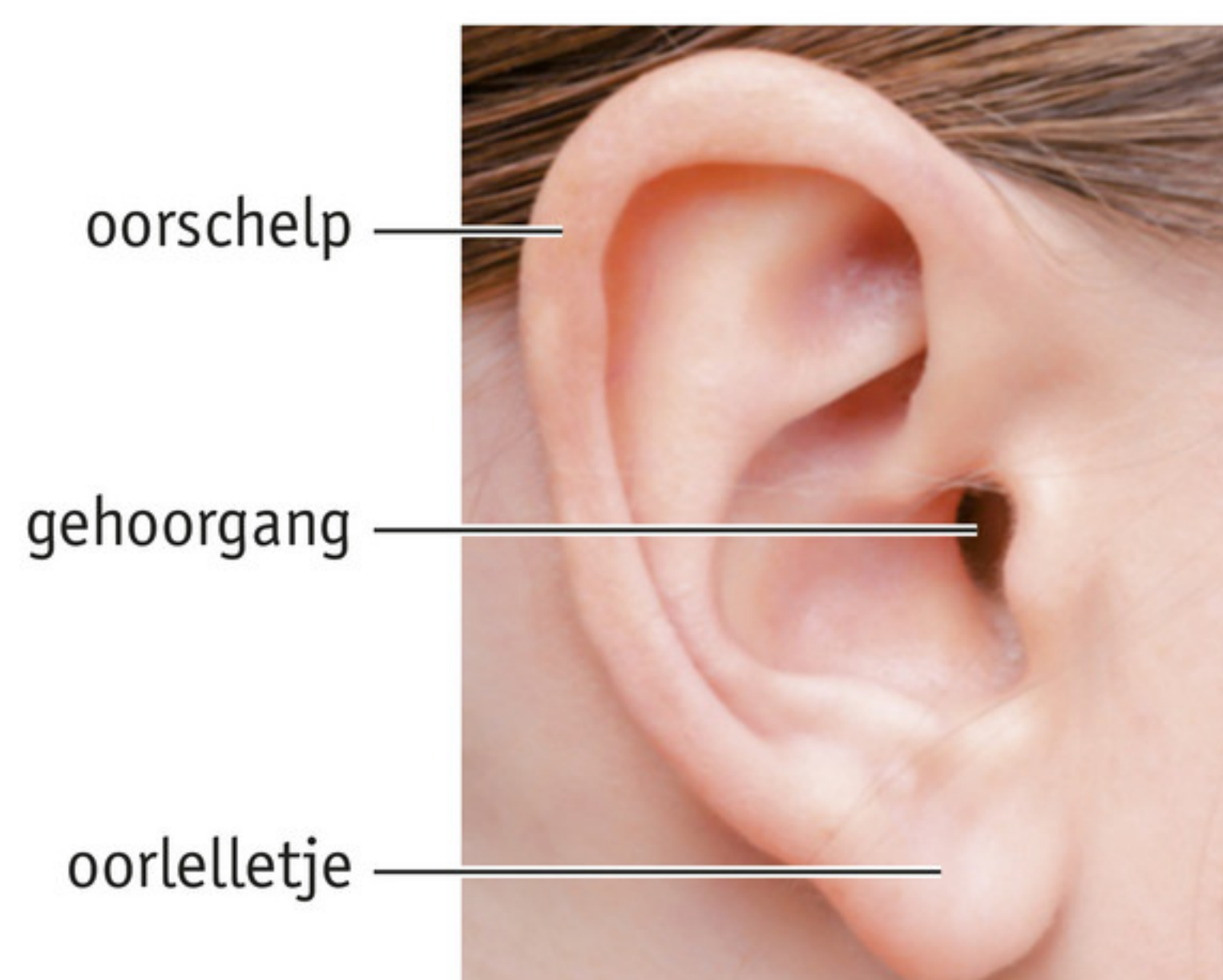
Lekker met je hond naar buiten! En natuurlijk neem je dan een bal mee. Bijvoorbeeld een rode, want die valt goed op in het gras. Maar dat geldt vooral voor de baas van de hond. Voor de hond ziet dat er heel anders uit (zie de foto).

Mensen hebben drie soorten kegeltjes. Honden hebben maar twee soorten kegeltjes. Daardoor ziet een hond minder kleuren dan een mens. Honden zijn vooral roodgroenkleurenblind. De kleur van de bal is voor een hond niet zo belangrijk. Een hond let vooral op beweging en geur. Daardoor kan een hond de bal snel terugvinden.



6 De oren

▼ **Afb. 24** Oorschelp.



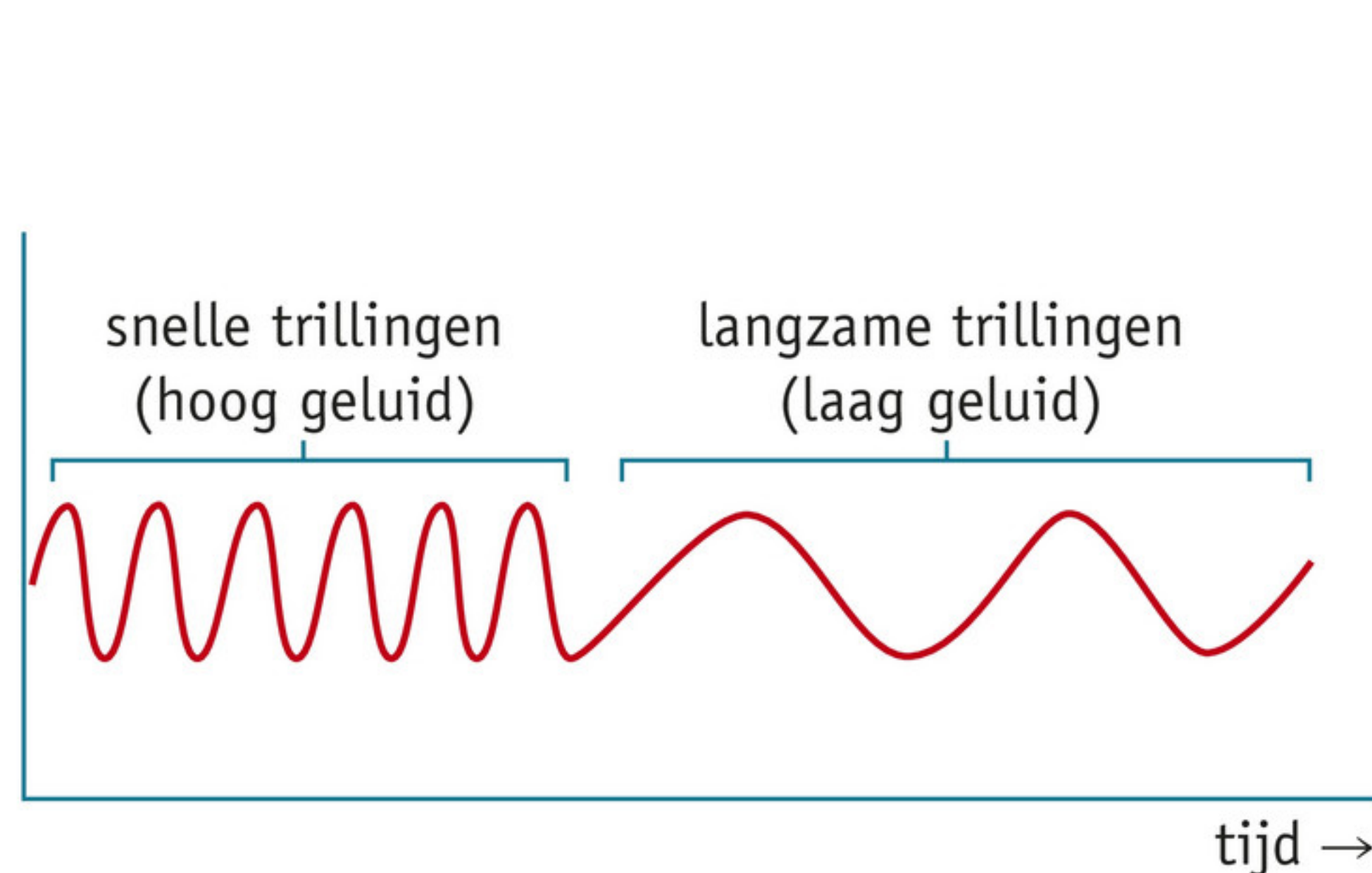
Bij een film zijn beeld én geluid belangrijk. Een griezelfilm zonder geluid is lang zo eng niet. Geluid kan dus veel informatie geven.

Met je gehoorzintuigen neem je geluid waar. Die gehoorzintuigen liggen in je oren. Met je oren bedoel je normaal gesproken alleen de oorschelpen (zie afbeelding 24). In werkelijkheid ligt het belangrijkste deel van de gehoororganen in de schedel.

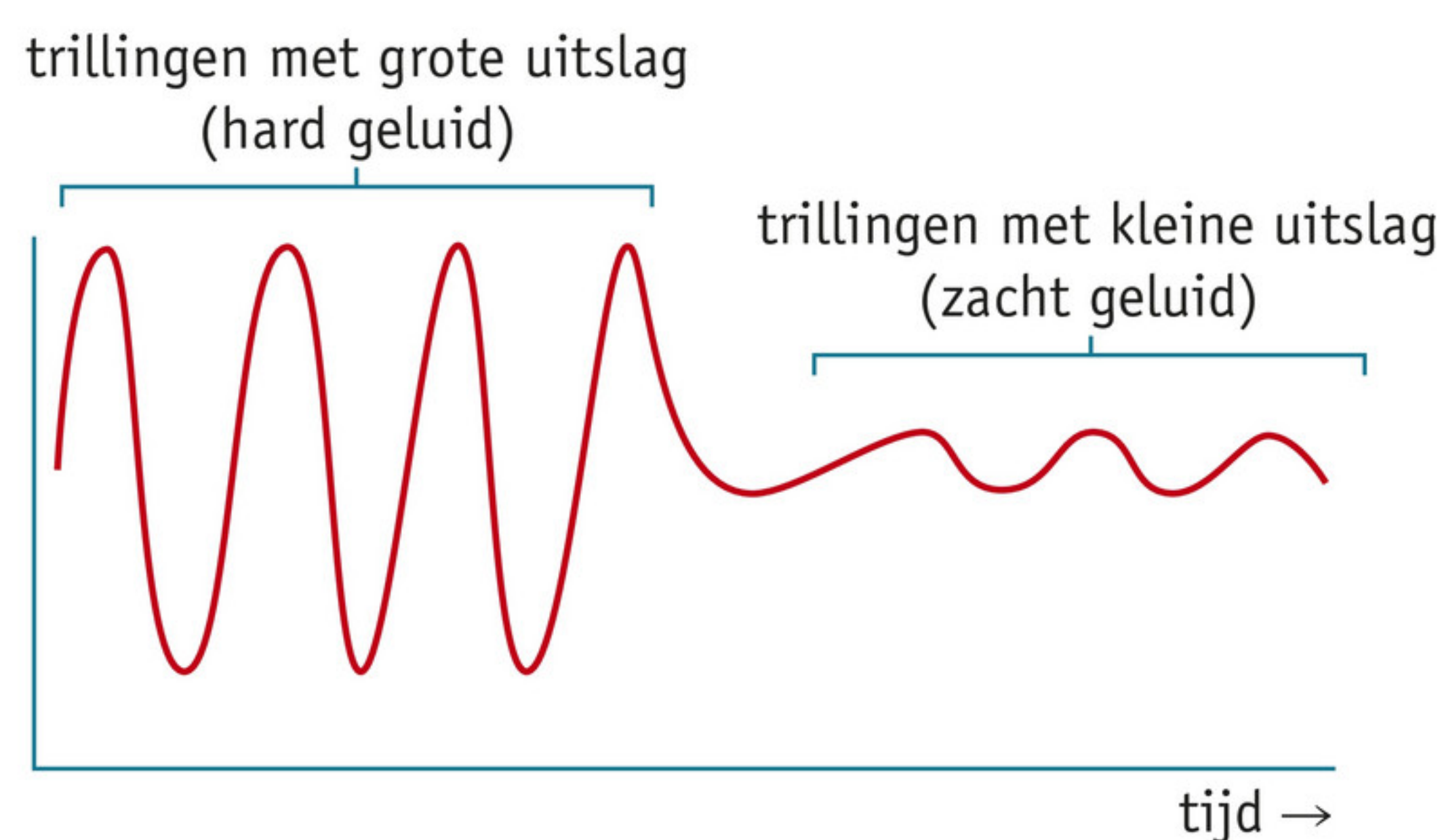
GELUIDEN

Geluiden zijn trillingen van de lucht. Als je een radio aanzet, gaan onderdelen van de luidspreker trillen. Daardoor gaan luchtdeeltjes in de omgeving van de luidspreker trillen. Die trillende luchtdeeltjes duwen tegen andere luchtdeeltjes aan en zo worden de trillingen in alle richtingen doorgegeven. Als de lucht snel trilt, is het geluid hoog. Als de lucht langzaam trilt, is het geluid laag (zie afbeelding 25.1). Als de trillingen een grote uitslag hebben, is het geluid hard. En als de trillingen een kleine uitslag hebben, is het geluid zacht (zie afbeelding 25.2).

▼ **Afb. 25** Geluiden zijn trillingen van de lucht.



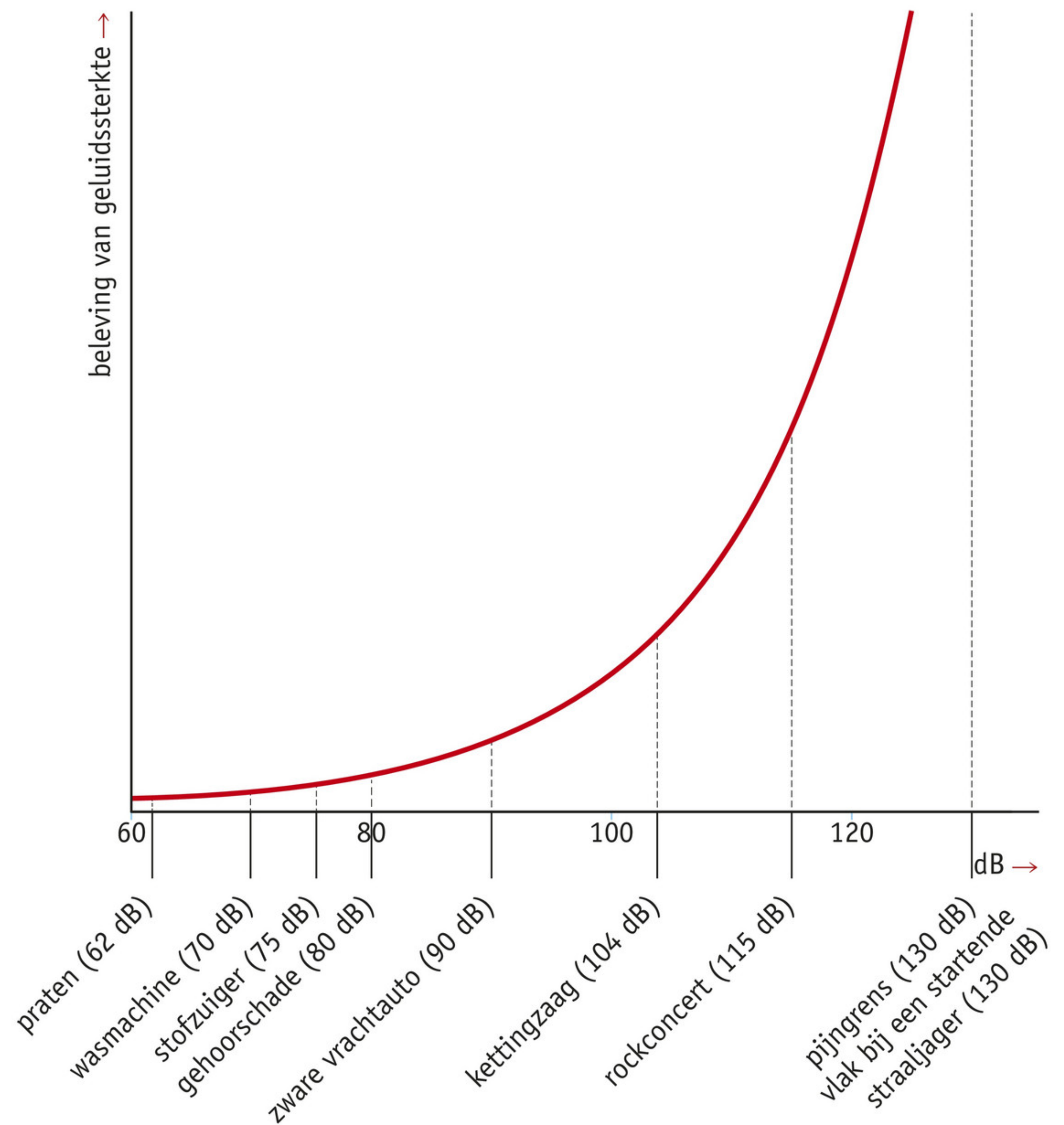
1



2

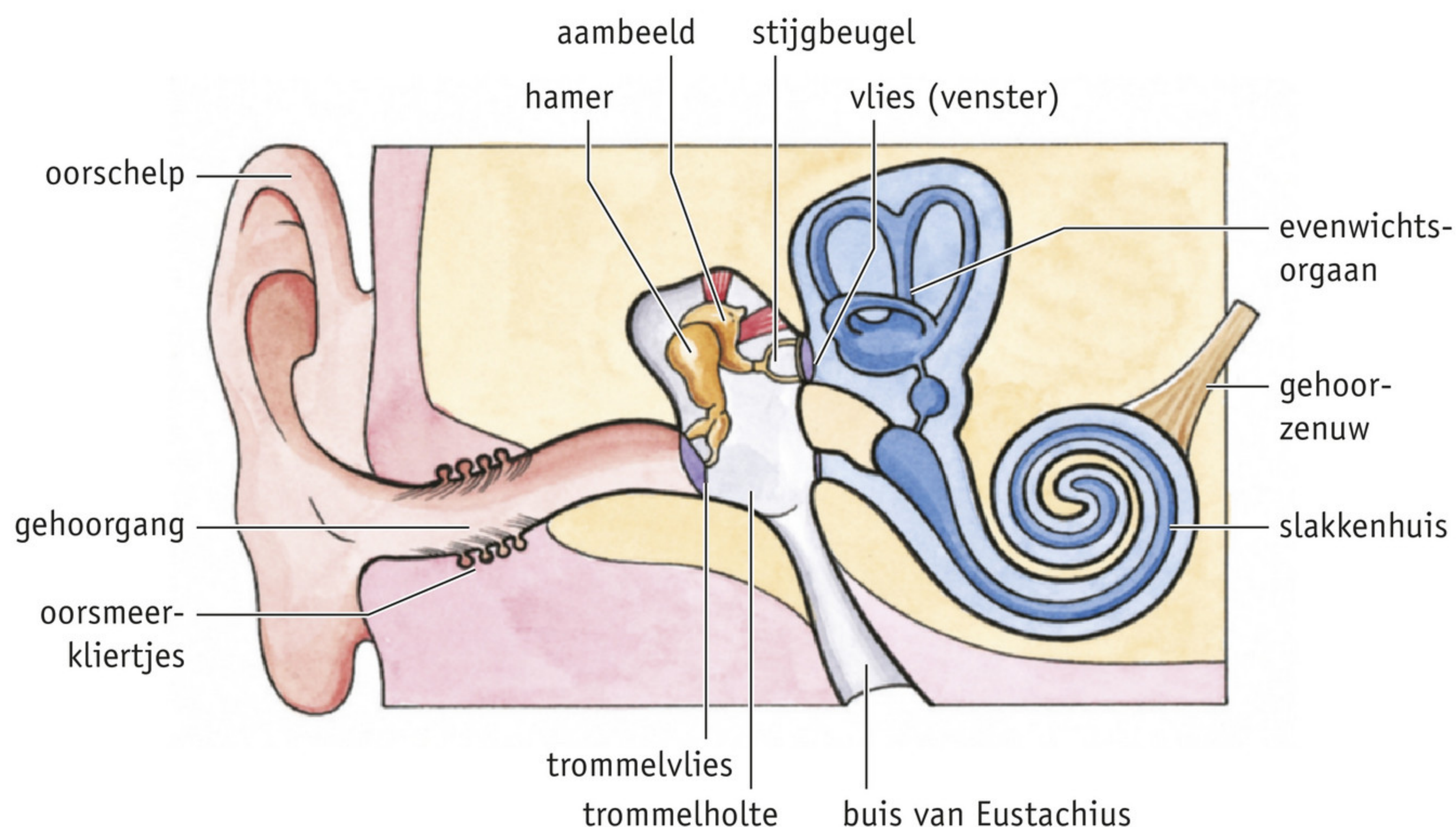
Een geluid dat steeds hoger wordt, hoor je vanaf een bepaalde hoogte niet meer. Welke toonhoogten je nog hoort, hangt onder andere af van je leeftijd. Als je ouder wordt, kun je steeds minder goed hoge tonen horen.

De sterkte (het volume) van het geluid wordt aangegeven in decibel (dB). Een verhoging van de geluidssterkte met 10 dB betekent dat het geluid 10x zo sterk wordt. Bij een toename van 20 dB wordt het geluid dus 100x zo sterk. In afbeelding 26 is een grafiek van geluidssterkten weergegeven. Geluiden vanaf 80 dB kunnen gehoorbeschadiging veroorzaken. Geluiden vanaf 130 dB zorgen voor hevige oorpijn.

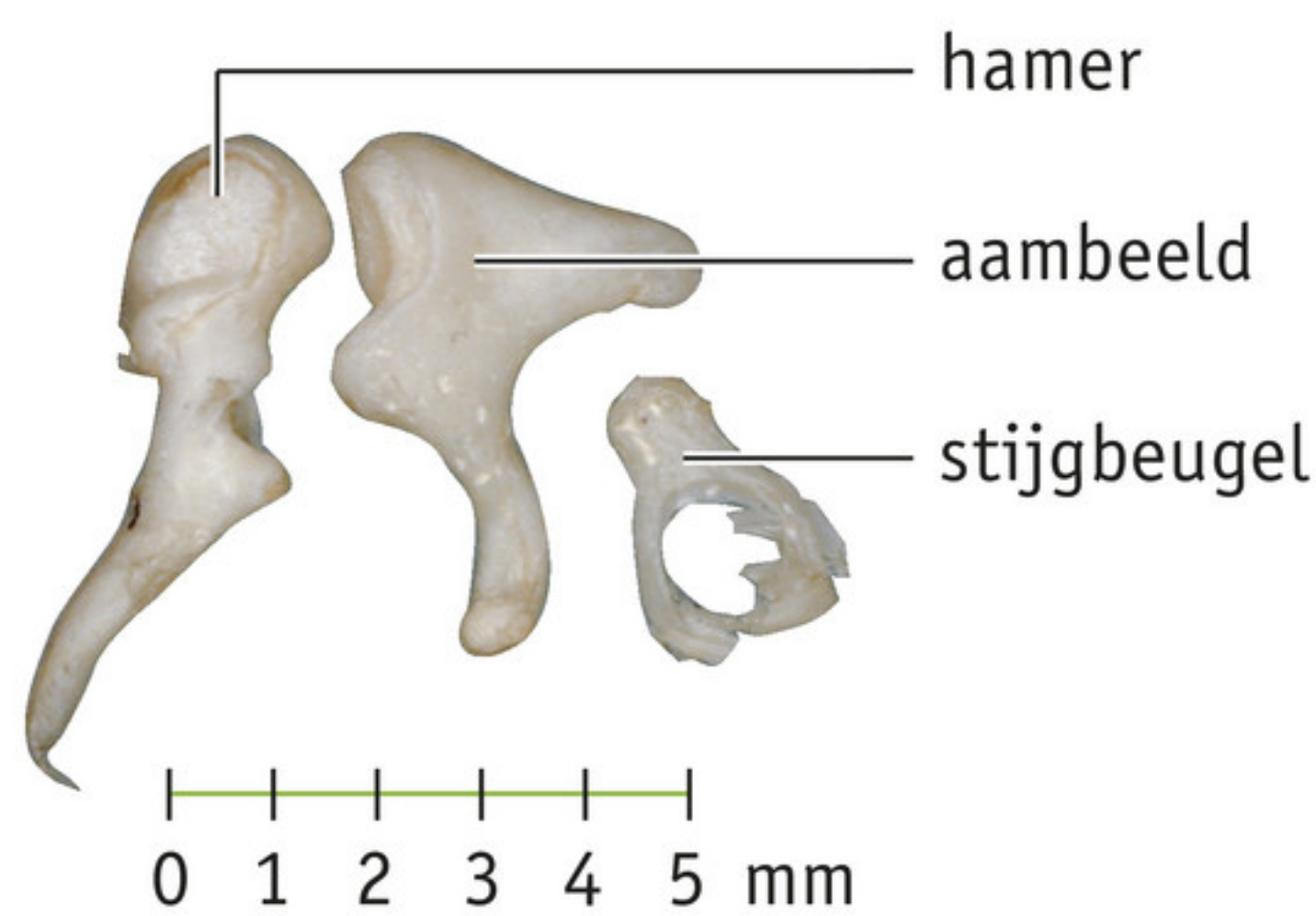
► **Afb. 26** Geluidssterkten.

BOUW EN WERKING VAN DE OREN

In afbeelding 27 zie je een schematische doorsnede van een oor. In een oor liggen een **gehoorzintuig** en een **evenwichtsorgaan**. De **oorschelp** vangt geluidstrillingen op. Via de **gehoorgang** komen de geluidstrillingen bij het **trommelvlies**. Daardoor gaat het trommelvlies trillen.

▼ **Afb. 27** Doorsnede van een oor (schematisch).

- ▼ **Afb. 28** De gehoorbeentjes.
De beentjes zijn samen slechts enkele millimeters groot.

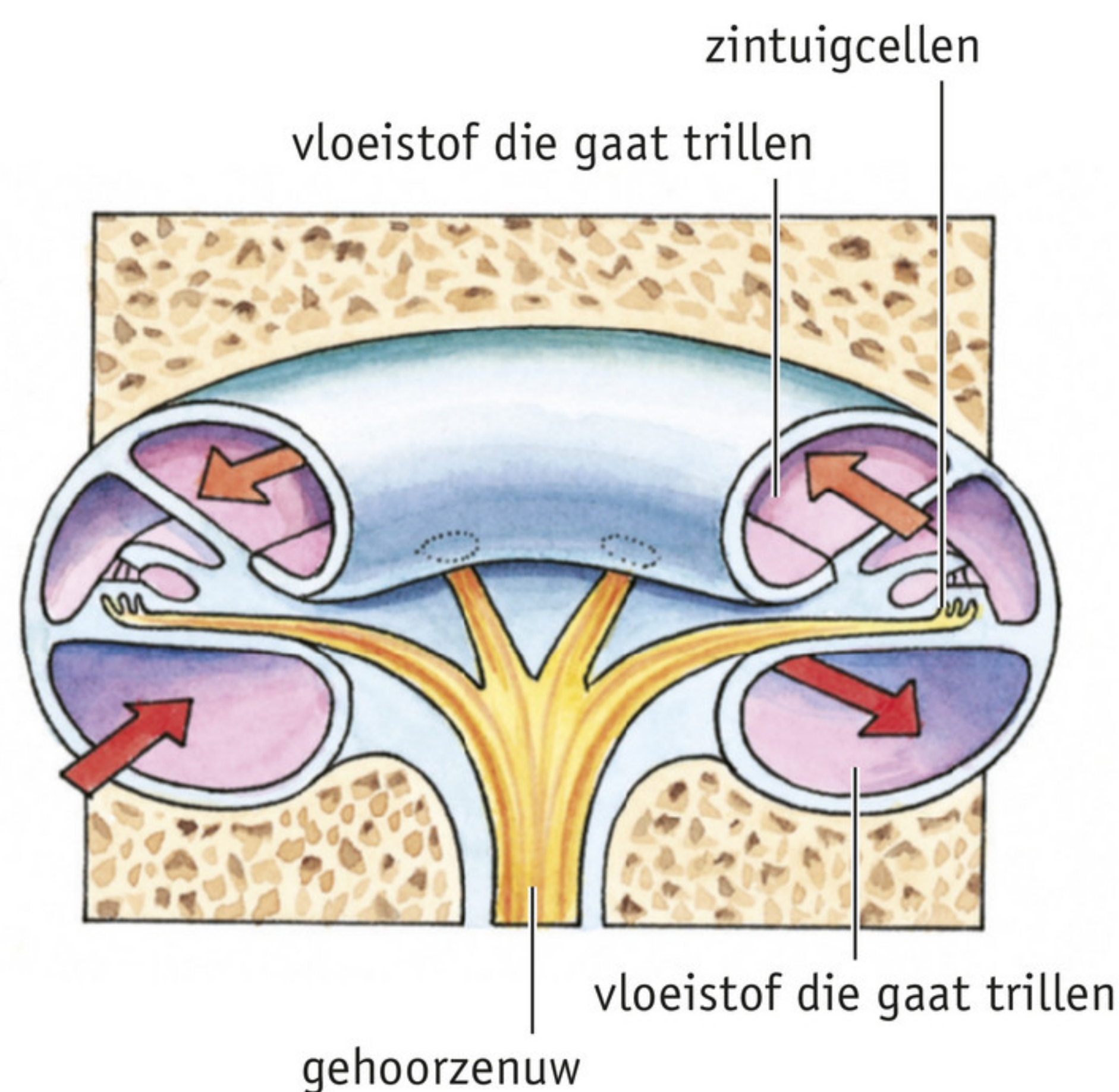


Achter het trommelvlies ligt de **trommelholte (middenoor)**. Hierin liggen de drie **gehoorbeentjes**: **hamer**, **aambeeld** en **stijgbeugel** (zie afbeelding 28). De hamer zit vast aan het trommelvlies, de stijgbeugel ligt tegen het **venster**. Het venster is een vlies in het **slakkenhuis**. De gehoorbeentjes geven de trilling van het trommelvlies door aan het venster.

Het slakkenhuis bestaat uit drie kanalen die als een spiraal zijn opgerold. In deze kanalen zit een vloeistof. Een van deze kanalen begint bij het venster. Als de gehoorbeentjes het vlies in trilling brengen, gaat de vloeistof in de kanalen van het slakkenhuis trillen.

In het middelste kanaal liggen **zintuigcellen** (zie afbeelding 29). Deze hebben haartjes die met de vloeistof mee kunnen trillen. Als de haartjes bewegen, ontstaan in de zintuigcellen impulsen. De **gehoorzenuw** geeft deze impulsen door aan de hersenen.

- **Afb. 29** Kanalen in het slakkenhuis (doorsnede, schematisch).



Ook het evenwichtsorgaan bestaat uit drie kanalen. Deze kanalen staan loodrecht op elkaar en bevatten vloeistof. Als je je hoofd beweegt, gaat de vloeistof in de kanalen lopen. Hierdoor buigen haartjes van de evenwichtszintuigen om en worden impulsen naar de hersenen gestuurd. Zo kun je je evenwicht bewaren als je bijvoorbeeld beweegt of op één been staat.

Het trommelvlies moet soepel blijven. Dit gebeurt met **oorsmeer** dat wordt gemaakt door **oorsmeerkliertjes** in de gehoorgang.

De trommelholte is door de **buis van Eustachius** verbonden met de keelholte. De wanden van de buis van Eustachius liggen gewoonlijk tegen elkaar aangedrukt. Bij bepaalde bewegingen (slikken, gapen) gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor gaat er lucht vanuit de keelholte naar de trommelholte, of omgekeerd. Op deze manier blijft de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk. Dit is nodig om het trommelvlies goed te kunnen laten trillen.

WB PRACTICUM 10 EN 11 BLZ. 94

WB OPDRACHT 33 T/M 39 BLZ. 83

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de werking van zintuigen beschrijven. Je kunt aangeven waar de gezichtszintuigen, gehoorzintuigen en evenwichtszintuigen liggen en wat de adequate prikkels zijn.

- Een zintuig is een orgaan dat reageert op prikkels.
- In zintuigen ontstaan onder invloed van prikkels impulsen.
 - Drempelwaarde: de zwakste prikkel die een impuls veroorzaakt.
- Adequate prikkel: de prikkel waar een zintuigcel speciaal gevoelig voor is.
 - Voor deze prikkel heeft de zintuigcel een lage drempelwaarde.
- De drempelwaarde is niet altijd even hoog.
 - Gewenning: wanneer een prikkel langere tijd aanhoudt, ontstaan in de zintuigcellen minder impulsen.
 - De motivatie beïnvloedt de drempelwaarde.
 - Je hersenen kunnen je waarnemingen beïnvloeden.

Zintuigen	Ligging	Adequate prikkel
Gezichtszintuigen	in de ogen	licht
Gehoorzintuigen	in de oren	geluid
Evenwichtszintuigen	in de oren	zwaartekracht

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt de werking van de zintuigen in je huid, de reukzintuigen en de smaakzintuigen beschrijven. Je kunt aangeven waar ze liggen en wat de adequate prikkels zijn.

Zintuigen	Ligging	Adequate prikkel
Tastzintuig	in de huid	lichte aanraking
Drukzintuig	in de huid	druk
Koudezintuig	in de huid	temperaturen lager dan 37 °C
Warmtezintuig	in de huid	temperaturen hoger dan 35 °C
Reukzintuig	in de neus	geur
Smaakzintuig	in de tong	smaak

- Tastzintuigen: tastknopjes vlak onder de opperhuid.
- Drukzintuigen: dieper in de huid. Belangrijk bij het regelen van de kracht waarmee je voorwerpen vastpakt.

- Reukzintuig: zintuigcellen met reukharen in het neusslijmvlies.
- Smaakzintuigen: smaakknopjes aan de zijkanten van groefjes in de tong.
 - Met de smaakknopjes proef je alleen zoet, zout, bitter, zuur en umami.
 - Bij het proeven van andere smaken speelt het reukzintuig een belangrijke rol.
- Pijn neem je waar met uiteinden van bepaalde zenuwuiteinden.
 - Pijnpunten komen overal in het lichaam voor.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Je kunt de inwendige en uitwendige delen van een oog noemen met hun functies en kenmerken.

- Wenkbrauwen: zorgen ervoor dat zweet en ander vocht langs de ogen loopt en niet erin.
- Oogkassen: beschermen de ogen.
- Oogspieren: draaien het oog in allerlei richtingen.
- Wimpers: beschermen de ogen tegen vuil en tegen fel licht.
- Traanklieren: maken traanvocht.
 - Traanvocht beschermt de ogen tegen uitdroging en spoelt kleine stofjes en prikkelende stoffen weg.
- Traanbuizen: voeren traanvocht af naar de neusholte.
- Oogleden: verspreiden traanvocht over de ogen.
- Harde oogvlies: stevig, wit vlies dat het oog beschermt.
- Hoornvlies: de voortzetting van het harde oogvlies aan de voorkant. Doorzichtig, laat licht door.
- Vaatvlies: bevat veel bloedvaten. Het bloed brengt voedingsstoffen en zuurstof naar het oog en voert afvalstoffen af.
- Iris (regenboogvlies): de voortzetting van het vaatvlies aan de voorkant van het oog.
 - Pupil: opening in de iris. Hierdoor komt licht verder in het oog.
- Lens: achter de iris en de pupil.
- Kringspieren rondom de lens: zorgen ervoor dat een scherp beeld op het netvlies ontstaat.
- Netvlies: bevat zintuigcellen en zenuwcellen. Over het netvlies lopen bloedvaten.
- Gele vlek: plaats in het centrum van het netvlies.
- Oogzenuw: geleidt impulsen naar de hersenen.
- Blinde vlek: plaats waar de uitlopers van zenuwcellen (oogzenuw) door het netvlies, het vaatvlies en het harde oogvlies gaan.
- Glasachtig lichaam: gevuld met geleachtige massa. Helpt het netvlies op zijn plaats te houden.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 4

Je kunt beschrijven hoe de pupilreflex de grootte van de pupil regelt.

- Functie van de pupilreflex: regelen van de hoeveelheid licht die op het netvlies valt.
 - De pupilreflex beschermt de zintuigcellen in het netvlies tegen te fel licht.
- Als er fel licht op het netvlies valt, trekken de kringspieren in de iris zich samen en ontspannen de straalsgewijs lopende spieren zich. Hierdoor wordt de pupil kleiner.
- Als er weinig licht op het netvlies valt, ontspannen de kringspieren zich en trekken de straalsgewijs lopende spieren zich samen. Hierdoor wordt de pupil groter.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Je kunt beschrijven hoe op het netvlies een scherp beeld ontstaat.

- Beeldvorming: op het netvlies wordt een omgekeerd, verkleind beeld gevormd.
 - In de gezichtscentra in de grote hersenen wordt dit beeld ‘vertaald’ in een normale waarneming.
- Lichtbreking: lichtstralen die een oog binnenvallen, worden vooral door het hoornvlies en de lens in een andere richting gebogen.
 - De ooglenzen is een bolle lens. De ooglenzen buigt lichtstralen naar elkaar toe.
- Accommoderen: de vorm van de ooglenzen wordt aangepast aan de afstand waarop een voorwerp zich bevindt.

	Bij het zien in de verte	Bij het zien van dichtbij
De kringspieren rondom de lens zijn	ontspannen.	samengetrokken.
De openingen in de kringspieren zijn	groot.	klein.
De lensbandjes zijn	strak gespannen.	minder strak gespannen.
De lenzen zijn	zo plat mogelijk.	bolle.
De ogen zijn	in rusttoestand.	geaccommodeerd.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 5

Je kunt de bouw en de werking van het netvlies beschrijven.

- Het netvlies bestaat uit twee lagen:
 - een laag zintuigcellen (staafjes en kegeltjes): zij zetten lichtprikkel om in impulsen;
 - een laag zenuwcellen; deze geven impulsen door naar de grote hersenen.
- Lichtstralen gaan eerst langs de zenuwcellen en worden daarna opgevangen door de zintuigcellen.
- Gele vlek: hier wordt het scherpste beeld waargenomen.
 - Bij het kijken naar een voorwerp worden de ogen zo gericht dat het beeld van dat voorwerp op de gele vlek valt.
- Blinde vlek: plaats waar de uitlopers van zenuwcellen (oogzenuw) door het netvlies, het vaatvlies en het harde oogvlies heen gaan.
 - De blinde vlek bevat geen zintuigcellen.

	Staafjes	Kegeltjes
De functie is	het zien van contrasten in grijs en zwart-wit.	het zien van kleuren.
De drempelwaarde is	laag.	hoog.
Ze worden gebruikt	in de schemering en in het licht.	in het licht.
Ze komen voor	verspreid over het hele netvlies, maar niet in de gele vlek.	vooral in de gele vlek en de directe omgeving daarvan.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 6

Je kunt de delen van het oor noemen met hun functies en kenmerken.

- Oorschelp: vangt geluiden op.
 - Geluiden zijn trillingen van de lucht.
 - Snelle trillingen veroorzaken hoge geluiden, langzame trillingen lage geluiden.
 - Bij harde geluiden hebben de trillingen een grote uitslag; bij zachte geluiden een kleine uitslag.
- Gehoorgang: geleidt geluiden naar het trommelvlies.
 - Oorsmeerkliertjes: maken oorsmeer dat het trommelvlies soepel houdt.
- Trommelvlies: wordt door geluiden in trilling gebracht.

- Trommelholte of middenoor: holte achter het trommelvlies, gevuld met lucht.
 - Gehoorbeentjes (hamer, aambeeld, stijgbeugel): geven trillingen van het trommelvlies door aan het venster van het slakkenhuis.
- Slakkenhuis: bevat een vloeistof en zintuigcellen.
 - Het venster in het slakkenhuis brengt de vloeistof in trilling.
 - De zintuigcellen hebben haartjes die met de vloeistof mee trillen. Als de haartjes trillen, ontstaan in de zintuigcellen impulsen.
- Gehoorzenuw: geleidt impulsen naar de grote hersenen.
- Buis van Eustachius: verbindt de trommelholte met de keelholte.
 - Bij slikken of gapen gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor blijft de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk.
- Evenwichtsorgaan: zintuigcellen sturen impulsen naar de hersenen als je beweegt.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend:

- in het doen van een practicum met zintuigen;
- in het halen van informatie uit artikelen en brochures.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een hondenbegeleider en een opticien.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1 **BASISSTOF 1**

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Hoe noem je alle zintuigen samen?
- 2 Jorick is een jaar geleden verhuisd naar een drukke straat. Toen hij daar pas woonde, hoorde hij in zijn slaapkamer voortdurend het lawaai van het verkeer. Nu valt dat geluid hem niet meer op. Hoe noem je dit verschijnsel?
- 3 De douane gebruikt honden die kunnen ruiken of er drugs verstopt zijn in de bagage van reizigers. Hebben honden een lagere of een hogere drempelwaarde voor de geur van drugs dan mensen?
- 4 Hoe noem je de prikkel waarvoor een zintuig de laagste drempelwaarde heeft?
- 5 Jos en Naima doen een practicum om de drempelwaarde te bepalen voor het proeven van suiker in een oplossing. Ze gebruiken hiervoor drie verschillende suikeroplossingen. Jos brengt met een wattenstaafje enkele druppels van elke oplossing aan op de tong van Naima. Naima geeft van elke oplossing aan of die wel of niet zoet smaakt. De resultaten staan in tabel 1. Tussen welke twee concentraties ligt de drempelwaarde voor het proeven van een suikeroplossing bij Naima?

▼ **Tabel 1** Resultaten van het practicum van Jos en Naima.

Concentratie suikeroplossing	Wel of niet zoet
1 mg/L	niet zoet
10 mg/L	wel zoet
100 mg/L	wel zoet

DOELSTELLING 2 **BASISSTOF 2**

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Joey staat in een koude keuken af te wassen. Hij steekt zijn hand in het warme afwaswater en haalt een bord uit het water (zie afbeelding 30). Terwijl Joey zijn hand in het water steekt en het bord pakt, geeft een aantal van de zintuigen in zijn hand meer impulsen af dan vlak voor dat moment. Welke zintuigen geven meer impulsen af?
 - A De drukzintuigen.
 - B De koudezintuigen.
 - C De pijnpunten.
 - D De warmtezintuigen

▼ **Afb. 30**



- 2 Na een sportdag heeft Anita spierpijn in haar beenspieren. Welke onderdelen van de huid geven hierbij signalen af aan de hersenen?
 - A De drukzintuigen.
 - B De koudezintuigen.
 - C De pijnpunten.
 - D De warmtezintuigen.

De volgende informatie hoort bij vraag 3 tot en met 6. Op een warme zomerdag eet Kelly een pistache-ijsje (zie afbeelding 31).

▼ **Afb. 31** Pistache-ijs.



- 3 Met welke delen in haar tong neemt Kelly waar dat het ijs koud is?
- A De koudezintuigen.
 - B De pijnpunten.
 - C De smaakzintuigen.
 - D De tastzintuigen.
 - E De warmtezintuigen.
- 4 Met welke delen in haar tong neemt Kelly waar dat er nootjes in het ijs zitten?
- A De koudezintuigen.
 - B De pijnpunten.
 - C De smaakzintuigen.
 - D De tastzintuigen.
 - E De warmtezintuigen.
- 5 Met welke delen in haar tong neemt Kelly de zoete smaak van het ijs waar?
- A De koudezintuigen.
 - B De pijnpunten.
 - C De smaakzintuigen.
 - D De tastzintuigen.
 - E De warmtezintuigen.
- 6 Zal Kelly meer, minder of evenveel van haar ijsje proeven als zij verkouden is?
- A Evenveel.
 - B Meer.
 - C Minder.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

De volgende informatie hoort bij vraag 1 en 2.

Yassine krijgt tijdens het fietsen een korrel zand in zijn oog.

- 1 In welke onderdelen prikkelt dit zand zintuigen?
- A In hoornvlies en harde oogvlies.
 - B In iris en pupil.
 - C In lens en iris.
 - D In netvlies en hoornvlies.
- 2 Het zandkorreltje wordt door het traanvocht weggespoeld. In afbeelding 32 is een deel van een gezicht getekend. Met welk nummer wordt het deel aangegeven dat traanvocht maakt? En met welk nummer het deel dat het traanvocht over de ogen verspreidt?

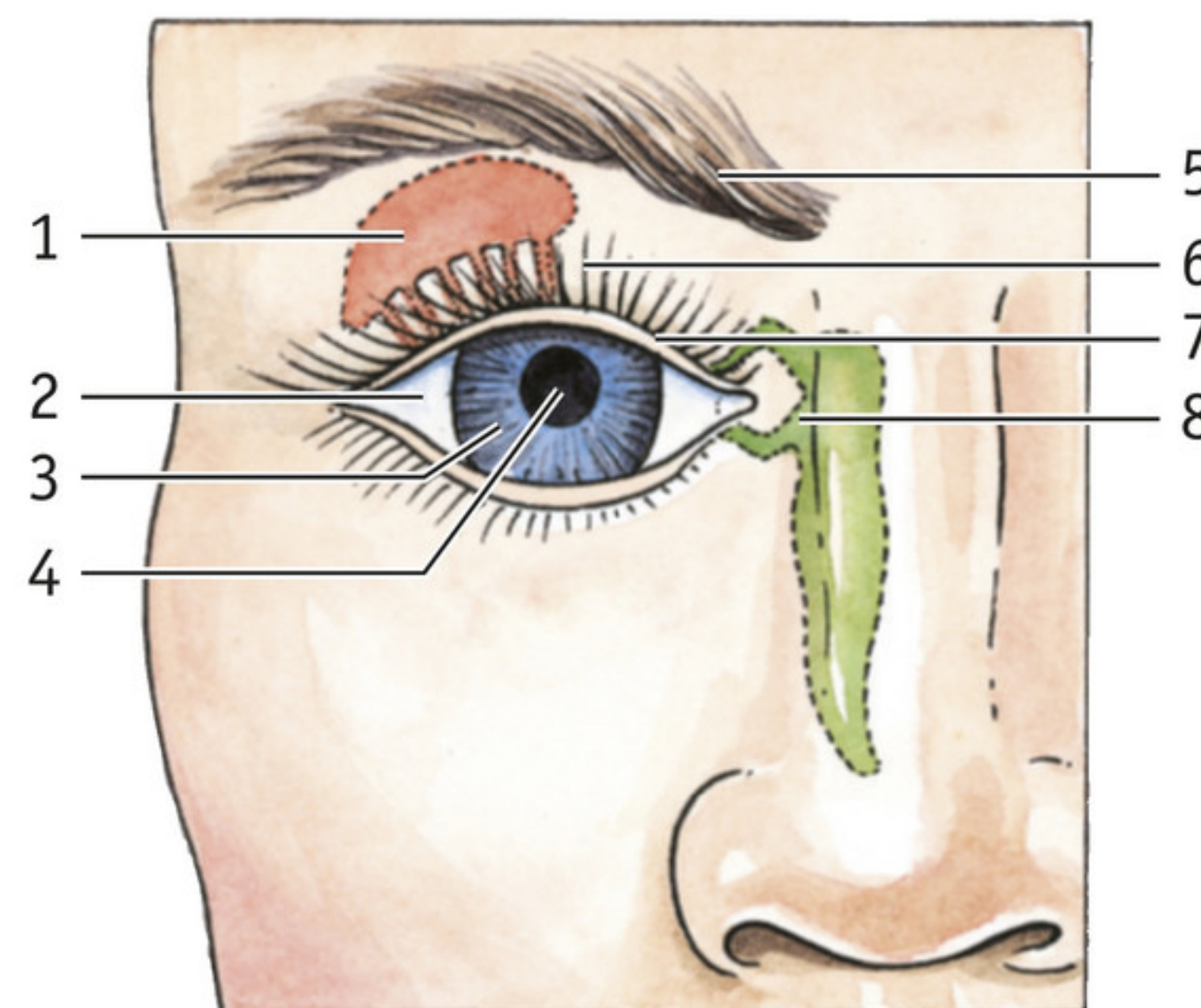
Traanvocht gemaakt door

- A deel 1
- B deel 1
- C deel 8
- D deel 8

Traanvocht verspreid door

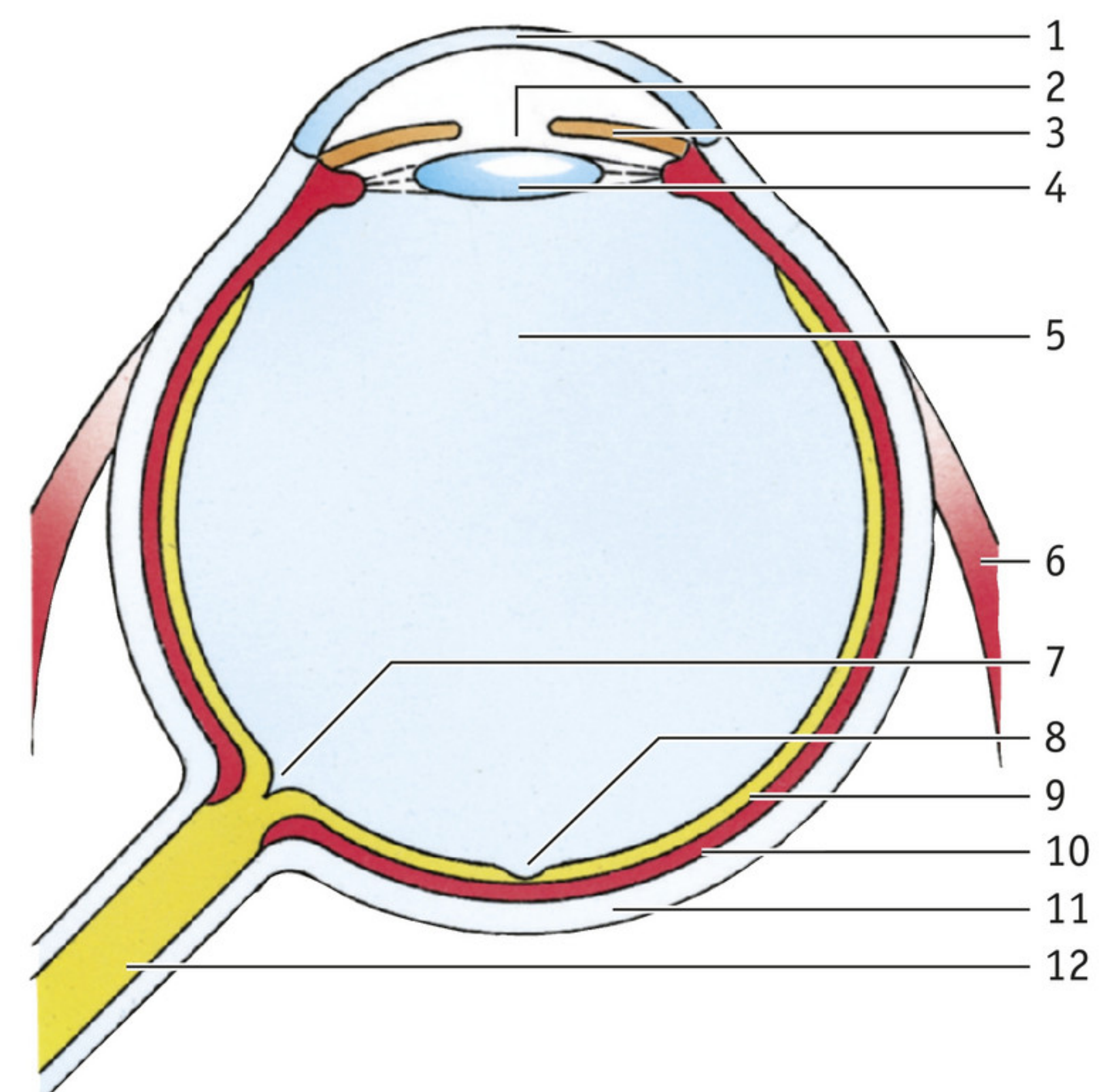
- deel 7
- deel 8
- deel 3
- deel 6

▼ Afb. 32 Traanvocht.



- 3 In afbeelding 33 is een doorsnede van een oog schematisch getekend. Door welk van de genummerde delen wordt het netvlies op zijn plaats gehouden?
- A Door deel 5.
 - B Door deel 6.
 - C Door deel 10.
 - D Door deel 11.

▼ Afb. 33 Het oog (schematisch).



4 Hier staan vier delen van het oog van de mens:

- 1 glasachtig lichaam;
- 2 hoornvlies;
- 3 lens;
- 4 pupil.

Door welk van de genoemde delen gaan de lichtstralen achtereenvolgens voordat ze het netvlies bereiken?

- A Door delen 2 – 4 – 1 – 3.
- B Door delen 2 – 4 – 3 – 1.
- C Door delen 3 – 4 – 1.
- D Door delen 3 – 2 – 4.

5 Wat voor type zenuw is de oogzenuw?

- A Een bewegingszenuw.
- B Een gemengde zenuw.
- C Een gevoelszenuw.

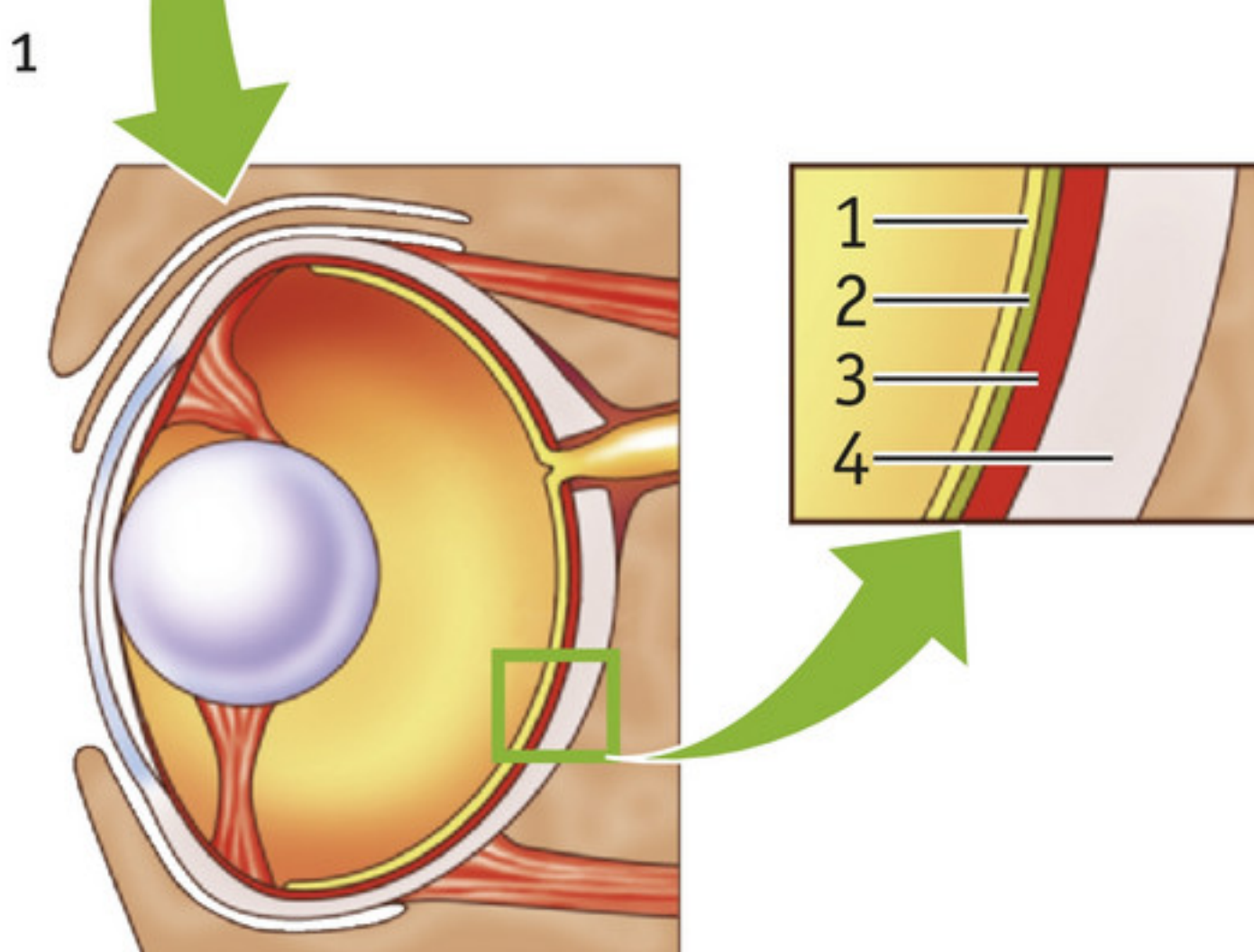
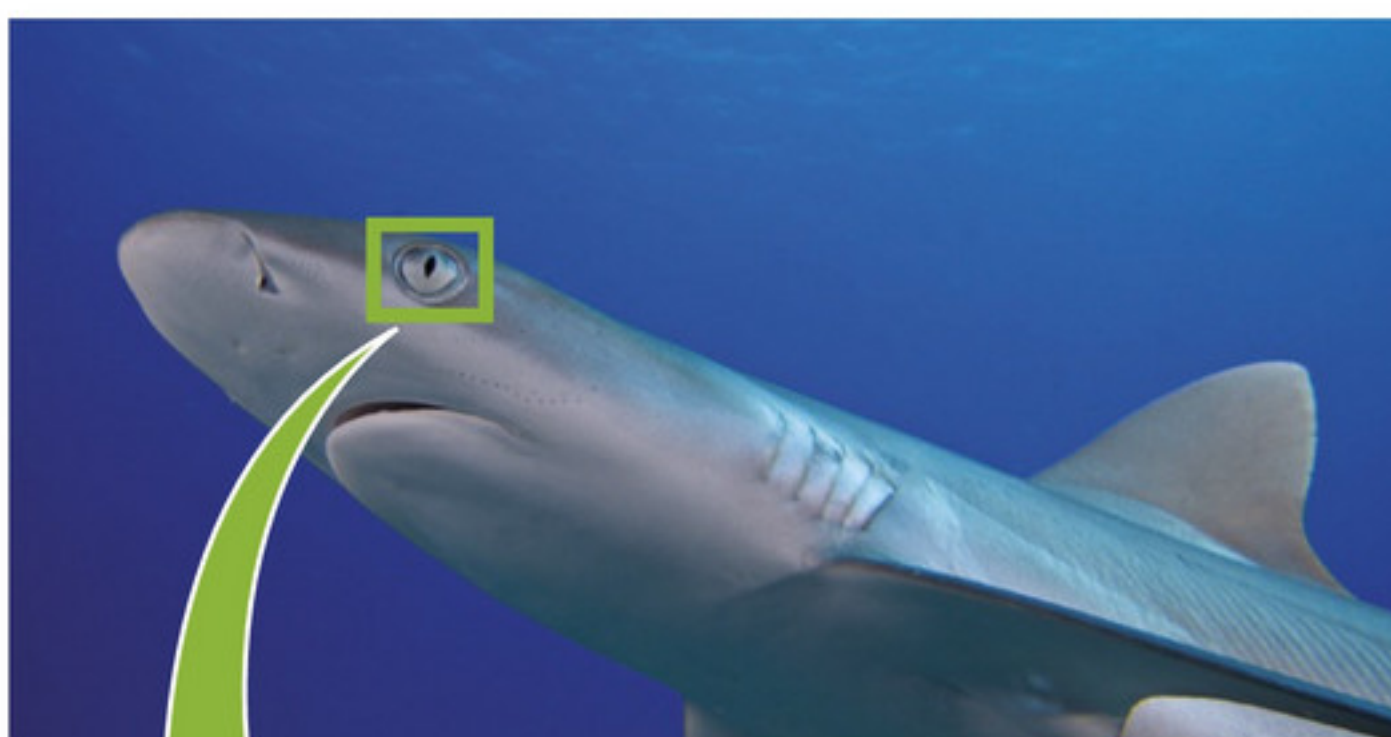
6 Veel haaien zijn vooral bij weinig licht actief. De bouw van een haaienoog is vrijwel hetzelfde als de bouw van een mensenoog. In een haaienoog bevindt zich vlak achter het netvlies een extra laag: het *tapetum*. Het licht dat niet op de zintuigcellen is gevallen, wordt door het tapetum weerkaatst naar de zintuigcellen. Hierdoor kan een haai bij weinig licht toch voldoende zien.

In afbeelding 34 is een doorsnede van een haaienoog schematisch getekend.

Welk cijfer geeft het tapetum aan?

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.

▼ Afb. 34 Een haaienoog.



DOELSTELLING 4

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

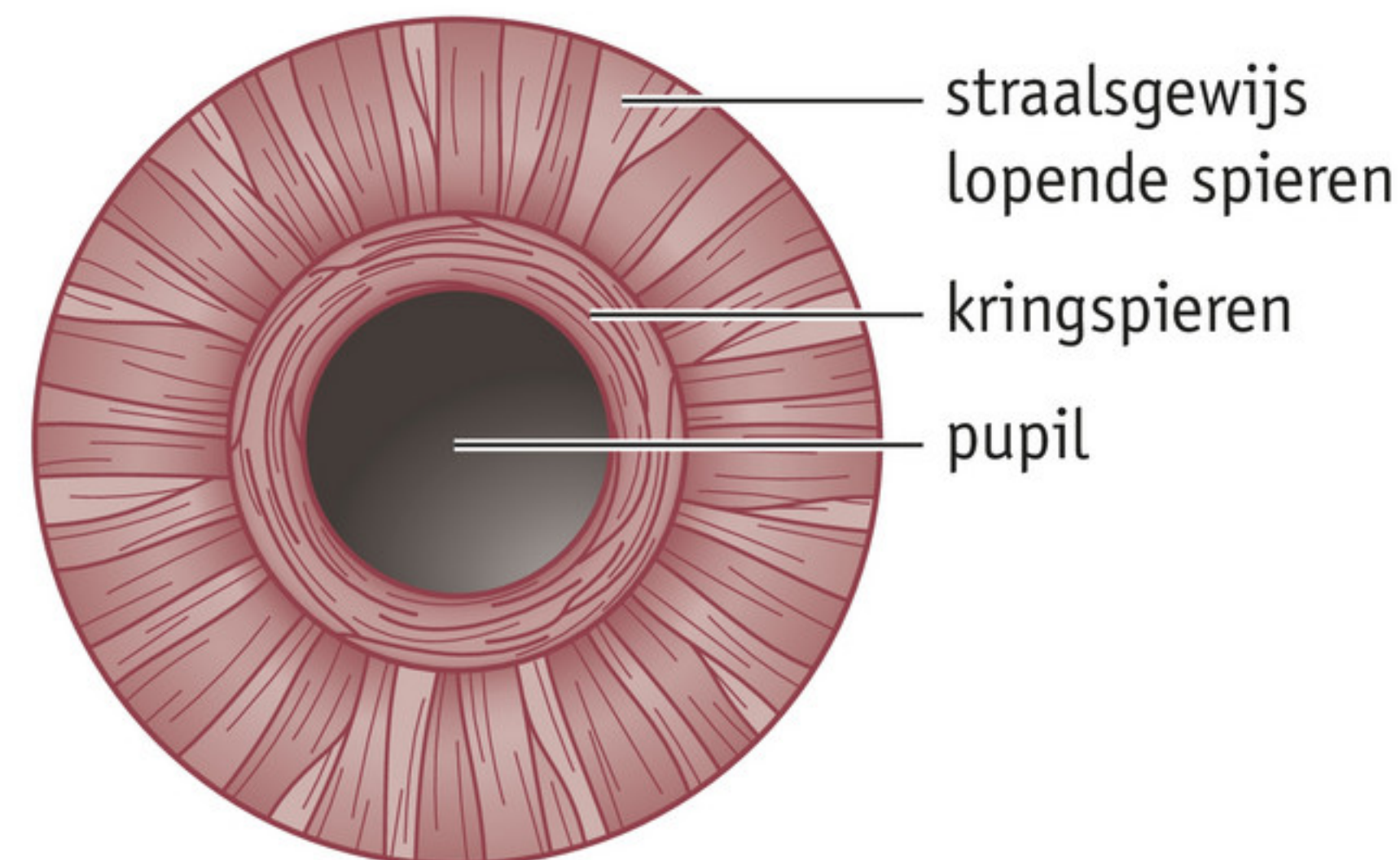
1 Oogartsen gebruiken soms oogdruppels bij het onderzoeken van het oog.

Door het samentrekken van spieren in de iris wordt de pupil groter als de oogdruppels in het oog worden gedruppeld. In afbeelding 35 worden twee typen spiertjes in de iris aangegeven.

Welke spieren trekken zich dan samen?

- A Alleen de kringspieren.
- B Alleen de straalsgewijs lopende spieren.
- C Zowel de kringspieren als de straalsgewijs lopende spieren.

▼ Afb. 35 Iris met pupil (schematisch).



2 Onder normale omstandigheden wordt de grootte van de pupil aangepast aan de hoeveelheid licht.

Als de hoeveelheid licht verandert, vindt er een onbewuste, snelle reactie plaats: de pupilreflex.

Waar begint de reflexboog van de pupilreflex?

- A In de blinde vlek.
- B In de iris.
- C In de oogzenuw.
- D In het netvlies.

3 Verloopt de reflexboog van de pupilreflex via de gezichtscentra in de grote hersenen, via de hersenstam of via het ruggenmerg?

- A Via de gezichtscentra in de grote hersenen.
- B Via de hersenstam.
- C Via het ruggenmerg.

Biometrie is een manier om mensen te herkennen aan de hand van lichaamskenmerken die bij iedereen anders zijn. Hierbij kun je denken aan het patroon van de iris. Die is bij iedereen anders en dat verandert tijdens het leven niet meer.

Met een camera kunnen opnamen worden gemaakt van de iris. Met behulp van een computer kunnen die worden vergeleken met de opnamen in een gegevensbank.

- 4 Met een camera wordt een foto gemaakt van een iris. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een fel flitslicht.

Wat gebeurt er op het moment van de lichtflits?

- A De kringspieren in de iris trekken samen en de pupil wordt groter.
- B De kringspieren in de iris trekken samen en de pupil wordt kleiner.
- C De straalsgewijs lopende spieren in de iris trekken samen en de pupil wordt groter.
- D De straalsgewijs lopende spieren in de iris trekken samen en de pupil wordt kleiner.

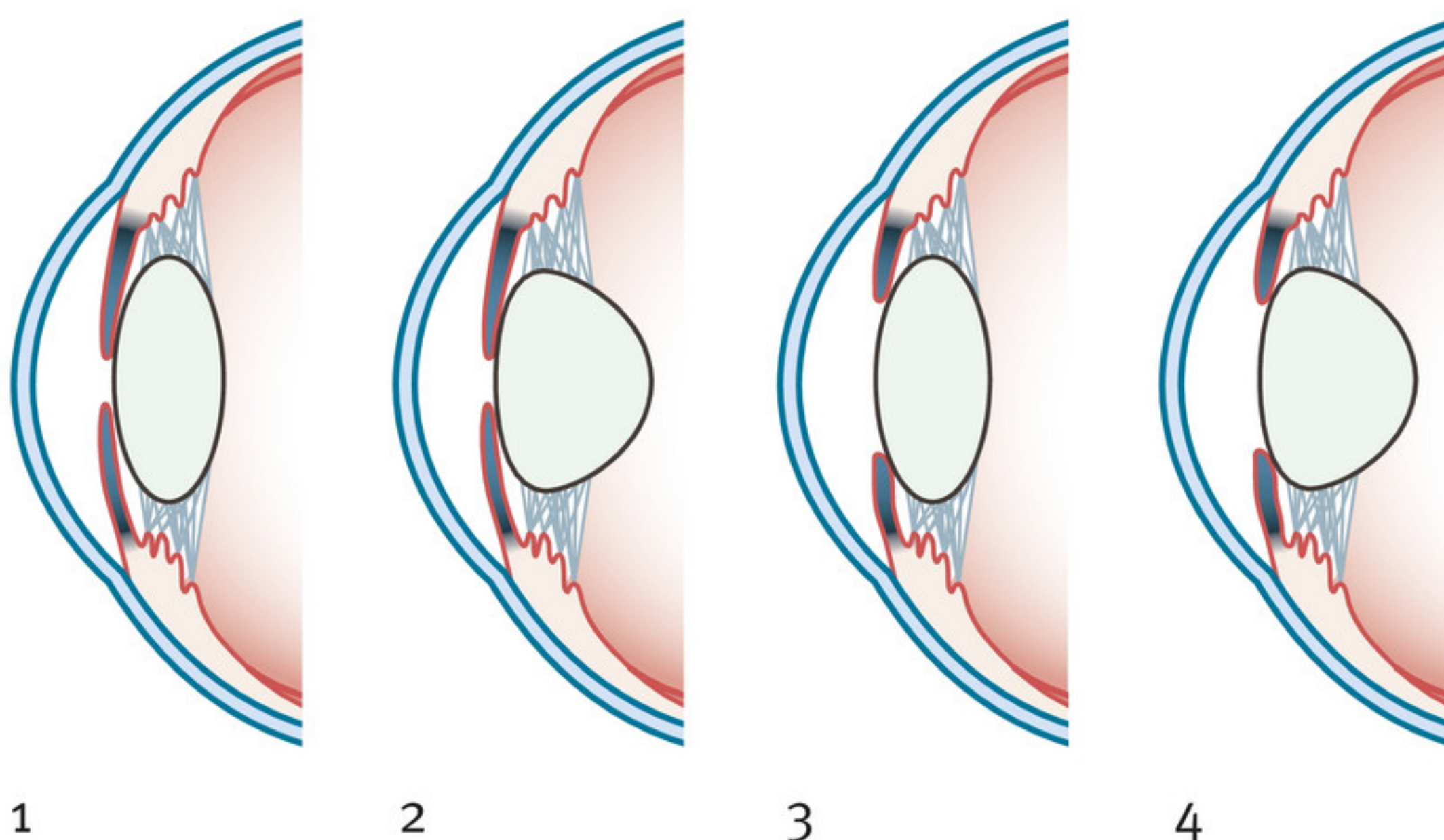
DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Ruud bekijkt zijn nieuwe scooter. Van die scooter ontstaat een beeld op zijn netvlies. Welke uitspraak over dat beeld is juist?
 - A Dit beeld is omgekeerd en vergroot.
 - B Dit beeld is omgekeerd en verkleind.
 - C Dit beeld is rechtopstaand en vergroot.
 - D Dit beeld is rechtopstaand en verkleind.
- 2 Youssef leest in het schemerdonker een boek (zie afbeelding 36). In welke tekening zijn de pupilgrootte en de vorm van Youssefs lens juist getekend?
 - A In tekening 1.
 - B In tekening 2.
 - C In tekening 3.
 - D In tekening 4.

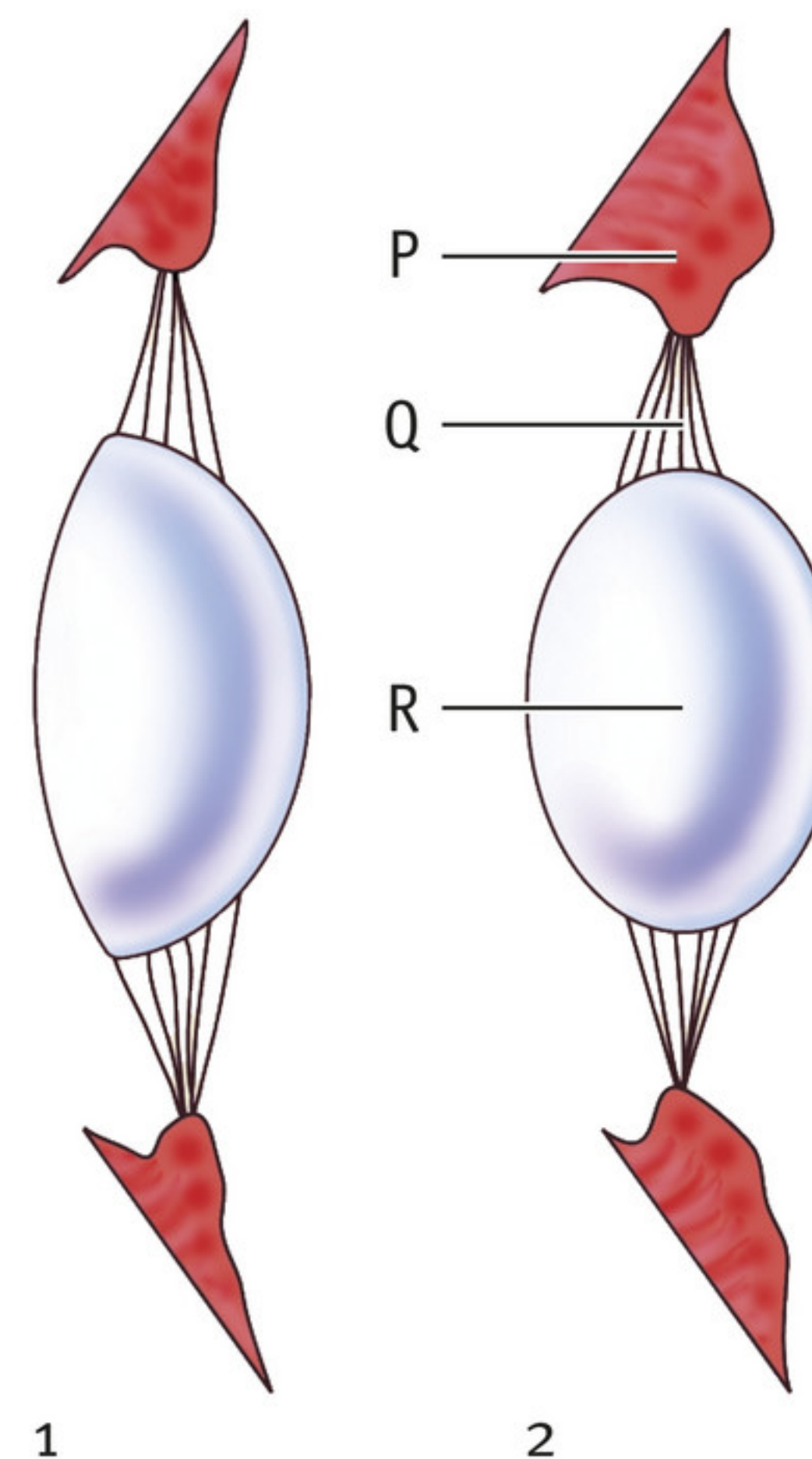
▼ Afb. 36 Pupilgrootte en vorm van de lens.



1 2 3 4

In afbeelding 37 zijn twee schematische doorsneden van de lens van een oog van Jan getekend. Hij is op een feest en kijkt naar Chantal. Op dat moment hebben zijn ooglenzen de vorm van afbeelding 37.1. Vervolgens kijkt hij naar Meryam. De ooglenzen van Jan hebben dan de vorm van afbeelding 37.2. Vraag 3 en 4 gaan over deze afbeelding.

▼ Afb. 37 Doorsneden van de lens van een oog.



- 3 Wie zit dichterbij Jan?
 - A Chantal zit dichterbij Jan.
 - B Meryam zit dichterbij Jan.
 - C Dit is niet te zeggen.
- 4 In afbeelding 37.2 zijn drie delen aangegeven met P, Q en R. In welk van deze delen bevindt zich spierweefsel?
 - A In deel P.
 - B In deel Q.
 - C In deel R.

DOELSTELLING 6

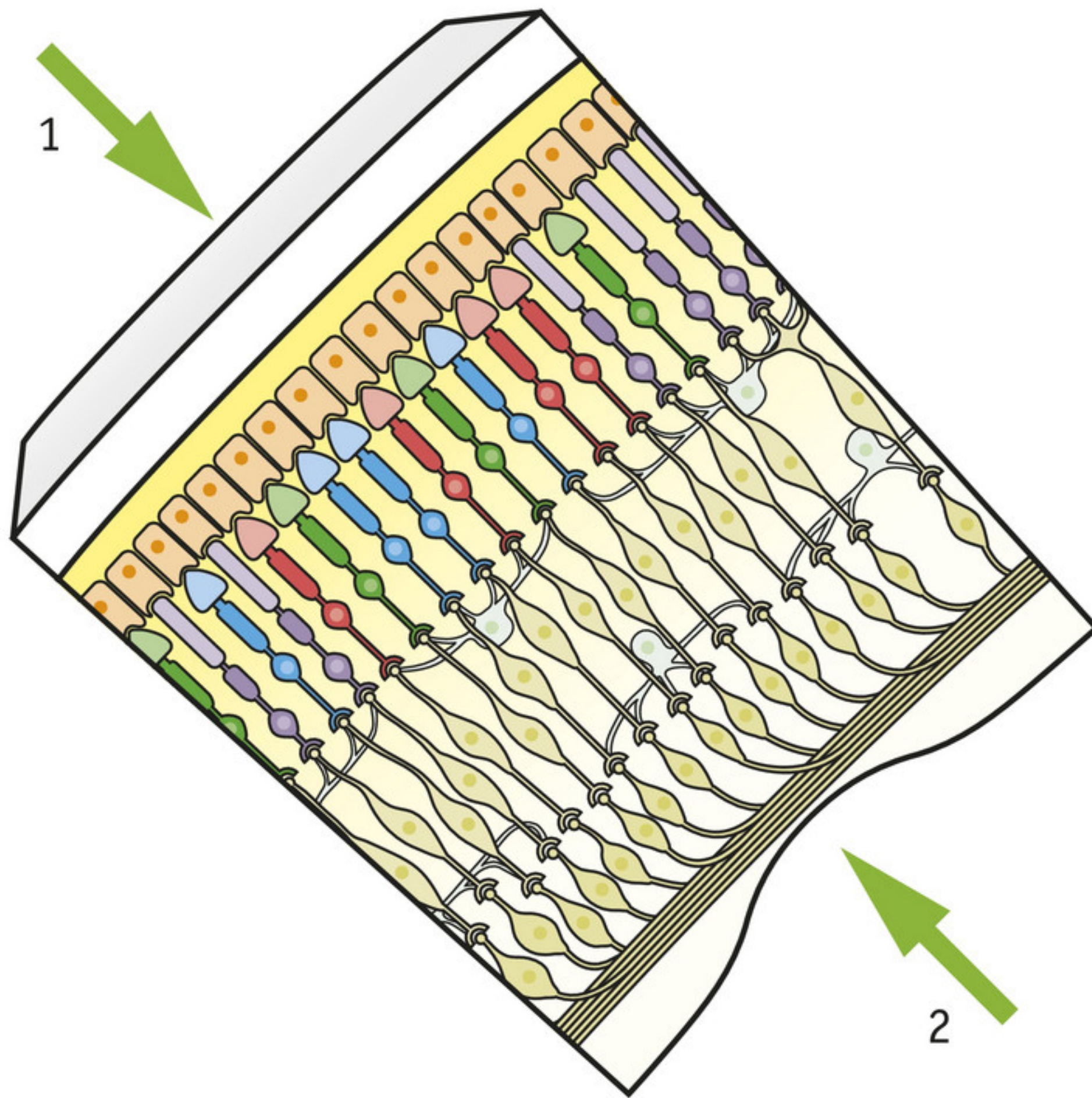
BASISSTOF 5

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De zintuigcellen waarmee kleuren worden waargenomen, heten staafjes.
- 2 De kegeltjes liggen voornamelijk in de gele vlek.
- 3 De staafjes liggen voornamelijk in de blinde vlek.
- 4 Het deel van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat, heet de gele vlek.

- 5 In afbeelding 38 zie je een doorsnede door een deel van het netvlies.
Pijl 2 geeft op de juiste manier aan vanuit welke richting het licht op het netvlies valt.

▼ Afb. 38 Deel van het netvlies (doorsnede).



Afbeelding 39 laat schematisch zien hoe de lichtstralen van drie kleine lampjes in een oog vallen. De lampjes staan veel verder van de proefpersoon af dan in de tekening is aangegeven. In de afbeelding zie je precies waar het licht op het netvlies valt.

- 6 Alleen lampje 2 kan door de proefpersoon worden waargenomen.
7 In een goed verlichte ruimte, worden in het netvlies alleen de kegeltjes geprikkeld.

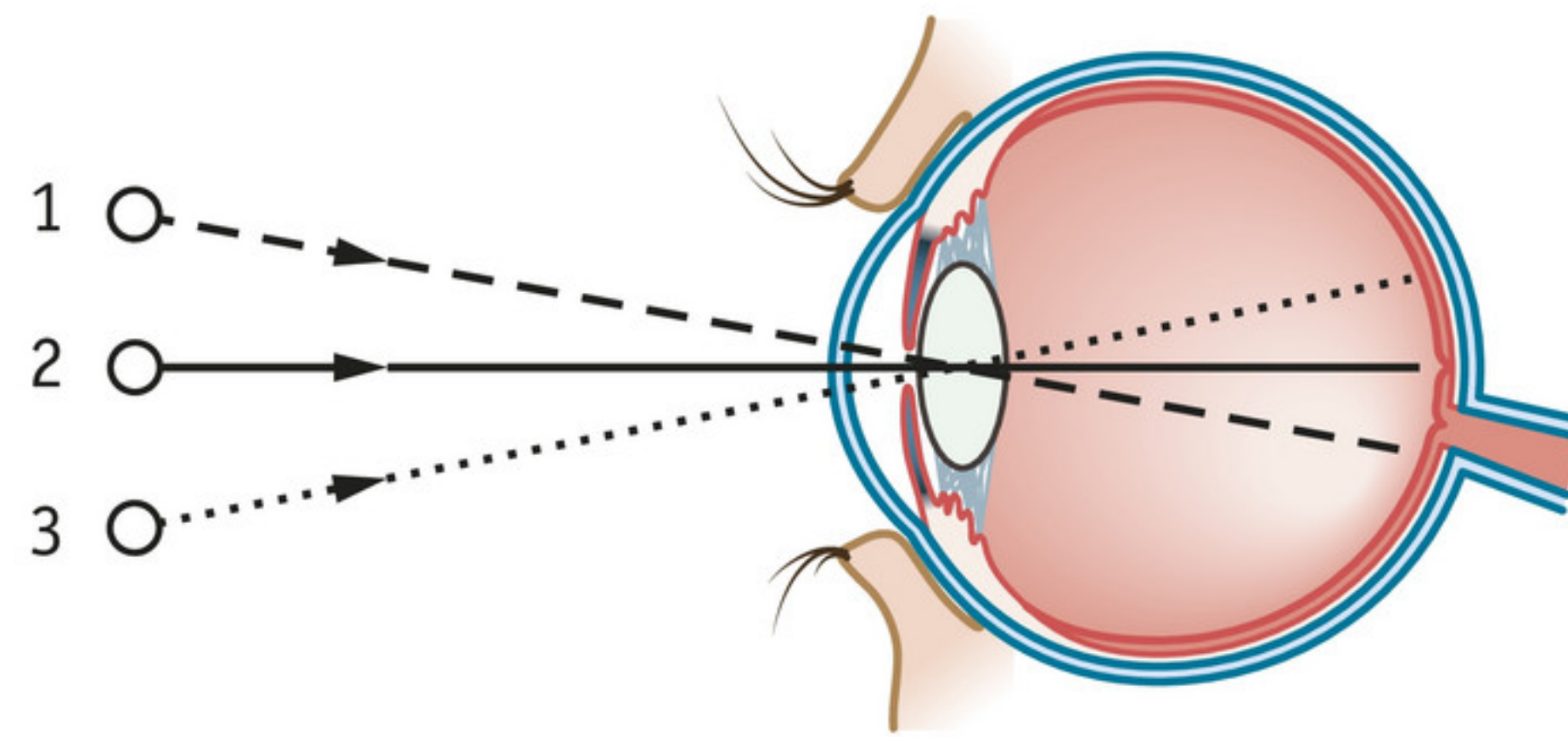
Bij een kleurenblinde man is het gen voor kleurenblindheid in alle cellen van het oog aanwezig.

- 8 Het deel van het oog waar het gen de uitwerking heeft dat het kleurenzien wordt verstoord, is de ooglenz.

Achromatopsie is een zeldzame aandoening. Mensen met achromatopsie hebben alleen staafjes en geen kegeltjes. Zij zien de wereld in grijstinten. Bij daglicht zien ze slecht, omdat daglicht te fel is. Staafjes werken beter als er weinig licht is. Dat heeft te maken met de drempelwaarde van deze zintuigcellen.

- 9 De drempelwaarde van staafjes is lager dan de drempelwaarde van kegeltjes.

▼ Afb. 39 Lichtstralen van drie lampjes.



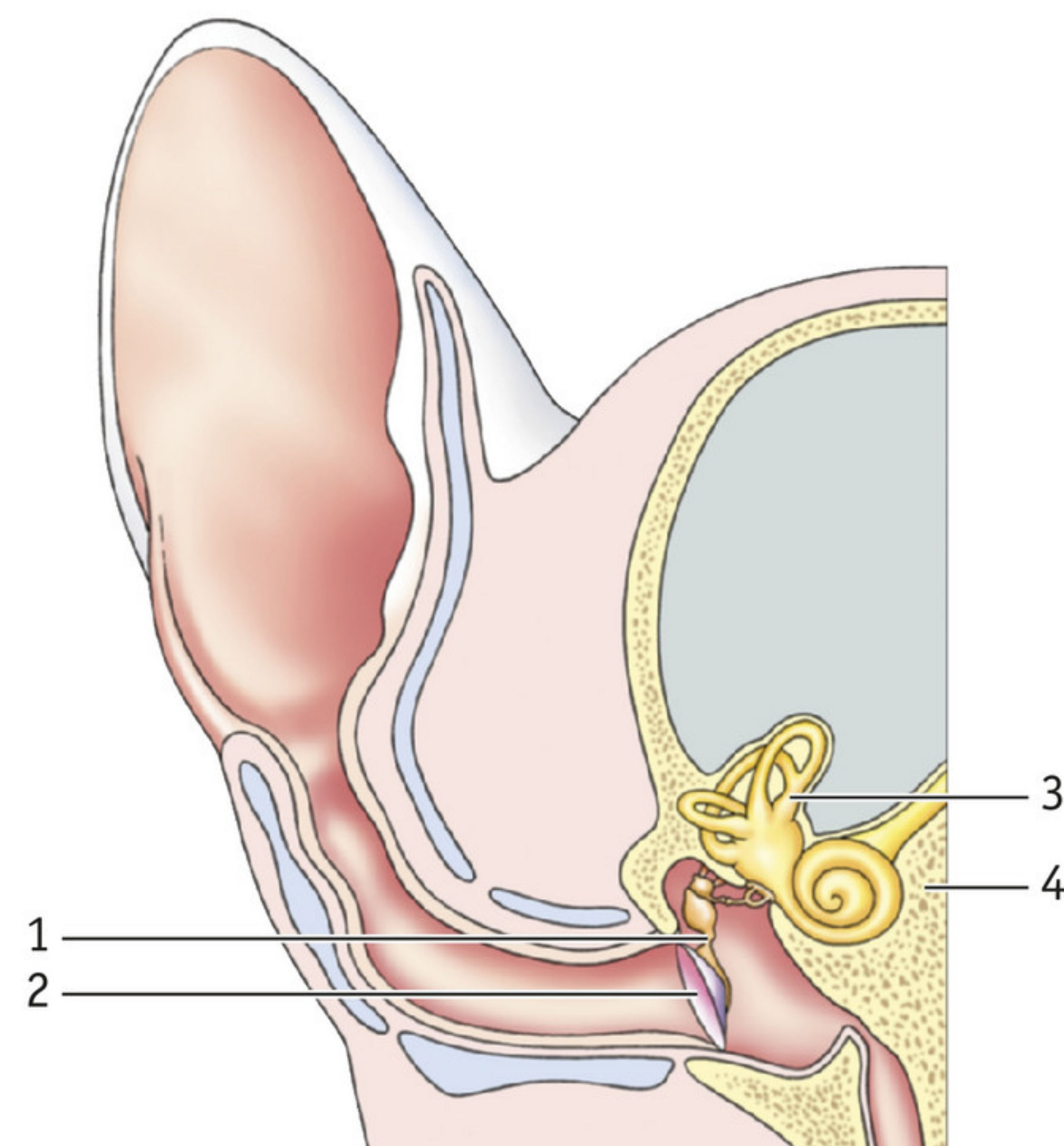
DOELSTELLING 7

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In een oor worden geluidstrillingen door de volgende delen geleid:
- 1 gehoorbeentjes;
 - 2 vlies (venster) in het slakkenhuis;
 - 3 trommelvlies;
 - 4 vloeistof in het slakkenhuis.
- Wat is de juiste volgorde waarin de geluidstrillingen worden geleid?
- A 1 - 2 - 3 - 4.
B 2 - 1 - 4 - 3.
C 3 - 1 - 2 - 4.
D 4 - 3 - 2 - 1.
- 2 In afbeelding 40 is een doorsnede van het oor van een kat getekend. Vier delen zijn aangegeven met nummers 1, 2, 3 en 4.
Welke van deze delen is een gehoorbeentje?
- A Deel 1.
B Deel 2.
C Deel 3.
D Deel 4.

▼ Afb. 40 Een kattenoor (schematisch).



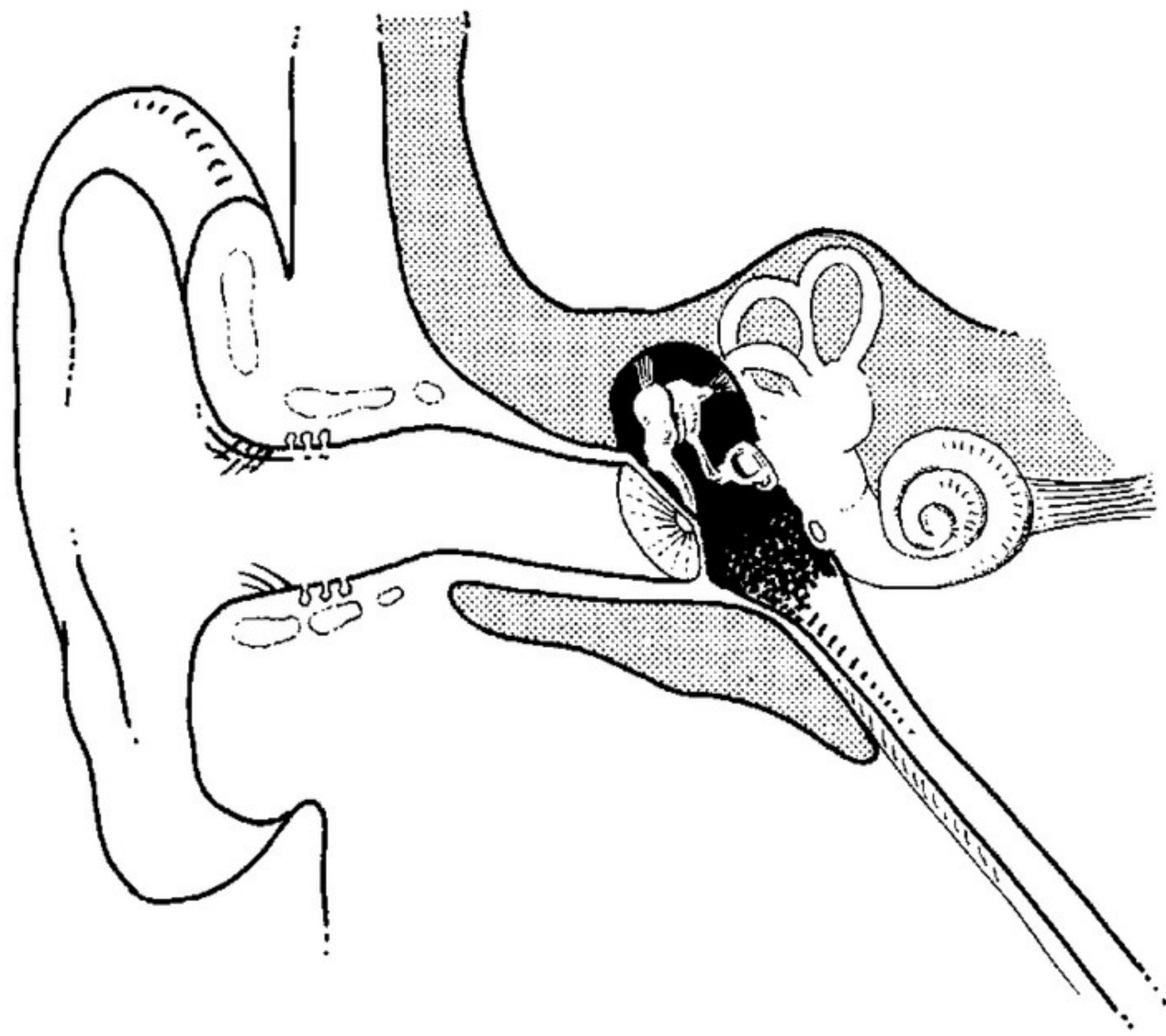
- 3 Bij baby's die vaak op een fopspeen zuigen, komt oorontsteking 3x zo vaak voor als bij baby's die geen speen gebruiken. Oorontsteking ontstaat meestal doordat bacteriën via de buis van Eustachius in het oor terechtkomen.

In afbeelding 41 is een doorsnede van een oor van een mens schematisch weergegeven.

In welk deel van het oor komen bacteriën via de buis van Eustachius als eerste binnen?

- A In de gehoorgang.
- B In de trommelholte (= middenoor).
- C In het slakkenhuis.

▼ **Afb. 41** Doorsnede van het oor met de buis van Eustachius.



- 4 Duikers die diep duiken, hebben tijdens het duiken soms last van oorpijn.

Waardoor ontstaat deze oorpijn?

- A De waterdruk in de gehoorgang is hoger dan de luchtdruk in de trommelholte. Het trommelvlies wordt naar binnen gedrukt.
- B De waterdruk in de gehoorgang is hoger dan de luchtdruk in de trommelholte. Het trommelvlies wordt naar buiten gedrukt.
- C De waterdruk in de trommelholte is hoger dan de luchtdruk in de gehoorgang. Het trommelvlies wordt naar binnen gedrukt.
- D De waterdruk in de trommelholte is hoger dan de luchtdruk in de gehoorgang. Het trommelvlies wordt naar buiten gedrukt.

- 5 Van alle kinderen tussen 2 en 4 jaar hoort 80% tijdelijk minder goed. Dat is het gevolg van vochtophoping achter het trommelvlies. Als dit lang duurt, kunnen kinderen hierdoor een achterstand in hun taalgebruik oplopen.

Waardoor hoort een kind minder goed bij vochtophoping in het oor?

- A De gehoorgang is verstopt, zodat er geen geluidstrillingen bij het trommelvlies komen.
- B Door het vocht trillen het trommelvlies en de gehoorbeentjes minder goed.
- C Door het vocht worden er minder impulsen doorgegeven naar de gehoorzenuw.
- D Door het vocht komt er water in de gehoorgang.

De verrijkingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Illusies

Wat zie jij als je naar afbeelding 42 kijkt? Misschien zie je een vaas. Misschien zie je twee mensen die naar elkaar kijken. Iedereen die naar dit plaatje kijkt, krijgt hetzelfde beeld op het netvlies. Toch ziet niet iedereen hetzelfde. Er is sprake van **gezichtsbedrog** of **optische illusie**.

► **Afb. 42** Wat zie je hier?



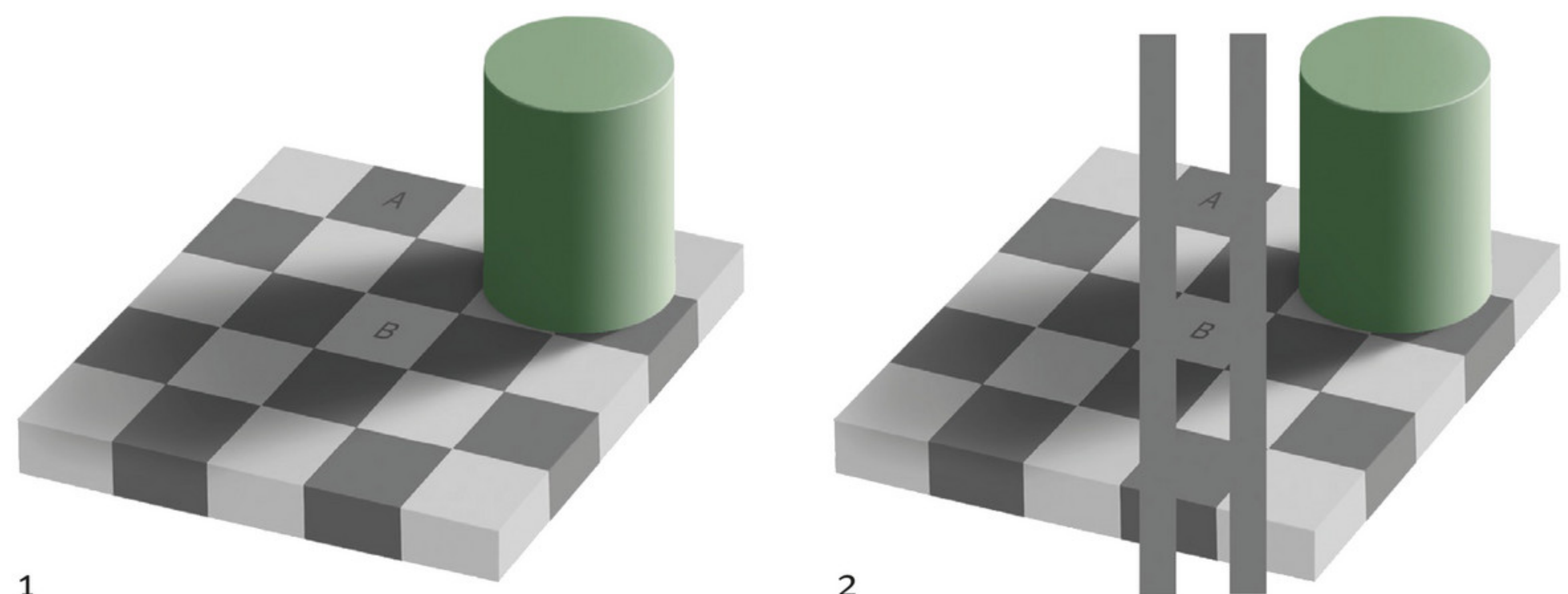
Met je hersenen begrijp je wat je ziet. Zij vertalen de impulsen uit je ogen naar een beeld dat je herkent. Maar soms gaan er impulsen naar de hersenen die de hersenen verkeerd 'begrijpen'. Je hersenen vormen dan een verkeerd beeld en je ziet een verkeerd beeld: gezichtsbedrog. Veel voorbeelden van gezichtsbedrog hebben te maken met de manier waarop je hersenen contrasten waarnemen en vaste patronen herkennen.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 97

CONTRASTILLUSIE

In afbeelding 43.1 zie je dat vlak A donkerder is dan vlak B. In werkelijkheid is dat niet zo. Je hersenen maken het contrast zo groot mogelijk. Daardoor lijkt vlak A donkerder dan vlak B. Door twee balken door de vlakken A en B te trekken, zie je dat beide vlakken even donker zijn (zie afbeelding 43.2).

► **Afb. 43** Contrastillusie.



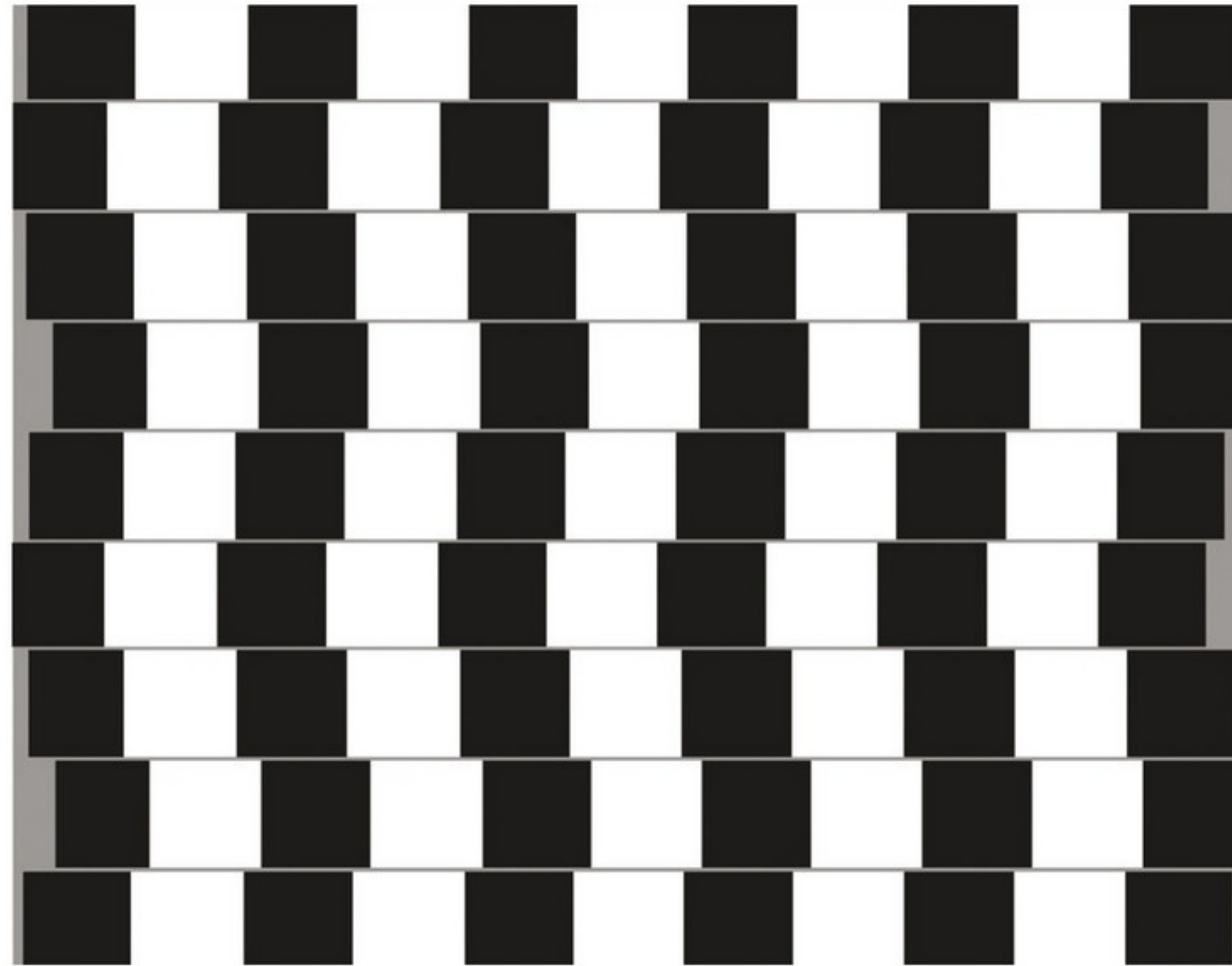
1

2

PATROONHERKENNING

De hersenen zijn heel goed in het herkennen van vaste patronen. In afbeelding 44 zijn de hersenen vooral gericht op de zwarte en witte blokjes. Daardoor letten de hersenen niet op de horizontale lijnen in deze afbeelding. Hierdoor lijkt het alsof die lijnen scheef staan. Met een liniaal kun je gemakkelijk vaststellen dat de lijnen in werkelijkheid recht zijn.

► **Afb. 44** Patroonherkenning.



GEZICHTSBEDROG ALS KUNSTWERK

Kunstenaars en fotografen maken soms gebruik van gezichtsbedrog bij het maken van kunstwerken. In afbeelding 45 zie je bijvoorbeeld een foto van een kudde zebra's. Maar als je goed kijkt, kun je ook nog een ander dier zien.

WB OPDRACHT 3 T/M 6 BLZ. 98

► **Afb. 45** Gezichtsbedrog.



2 Practicum: een oog ontleden

Van alle zintuigen in je lichaam gebruik je de informatie van je ogen het meest. Elk oog bevat dan ook meer dan 120 miljoen staafjes en kegeltjes om zo veel mogelijk prikkels uit je omgeving op te vangen.

In deze verrijkingstof ga je in een practicum een oog ontleden. Je kunt dit practicum het best doen met een koeienoog. Maar je kunt ook een oog van een schaap of varken gebruiken. Je moet tekeningen maken.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 100

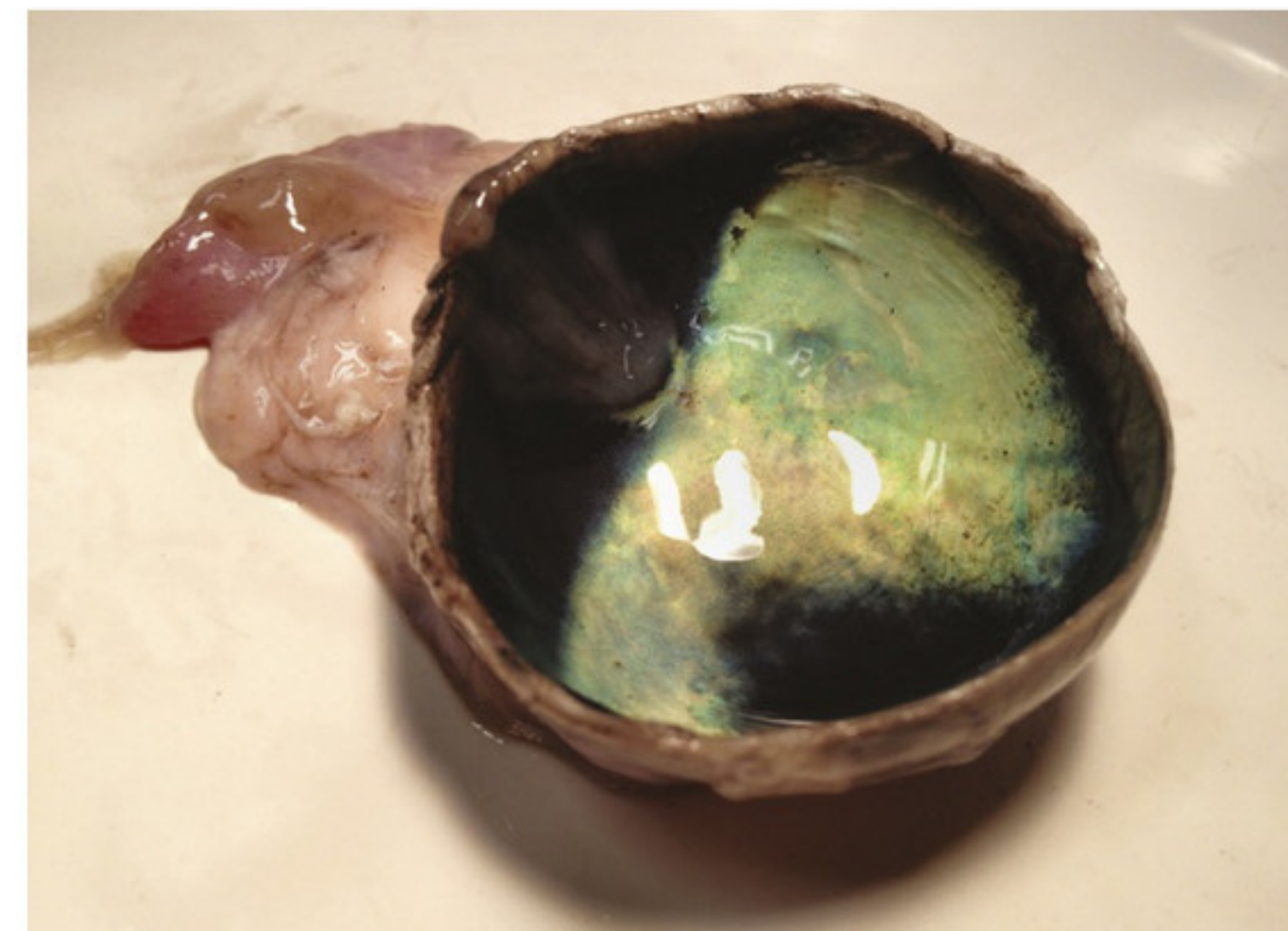
► **Afb. 46** Een oog ontleden.



► **Afb. 47** Dwarsdoorsneden van een oog.



1 voorzijde van een oog



2 achterzijde van een oog

PLUSSTOF

3 Scherp zien

Niet iedereen ziet goed. In jouw klas zijn er misschien leerlingen die moeilijk kunnen lezen wat op het bord of in het boek staat. Met een bril of contactlenzen is dit gemakkelijk te verhelpen.

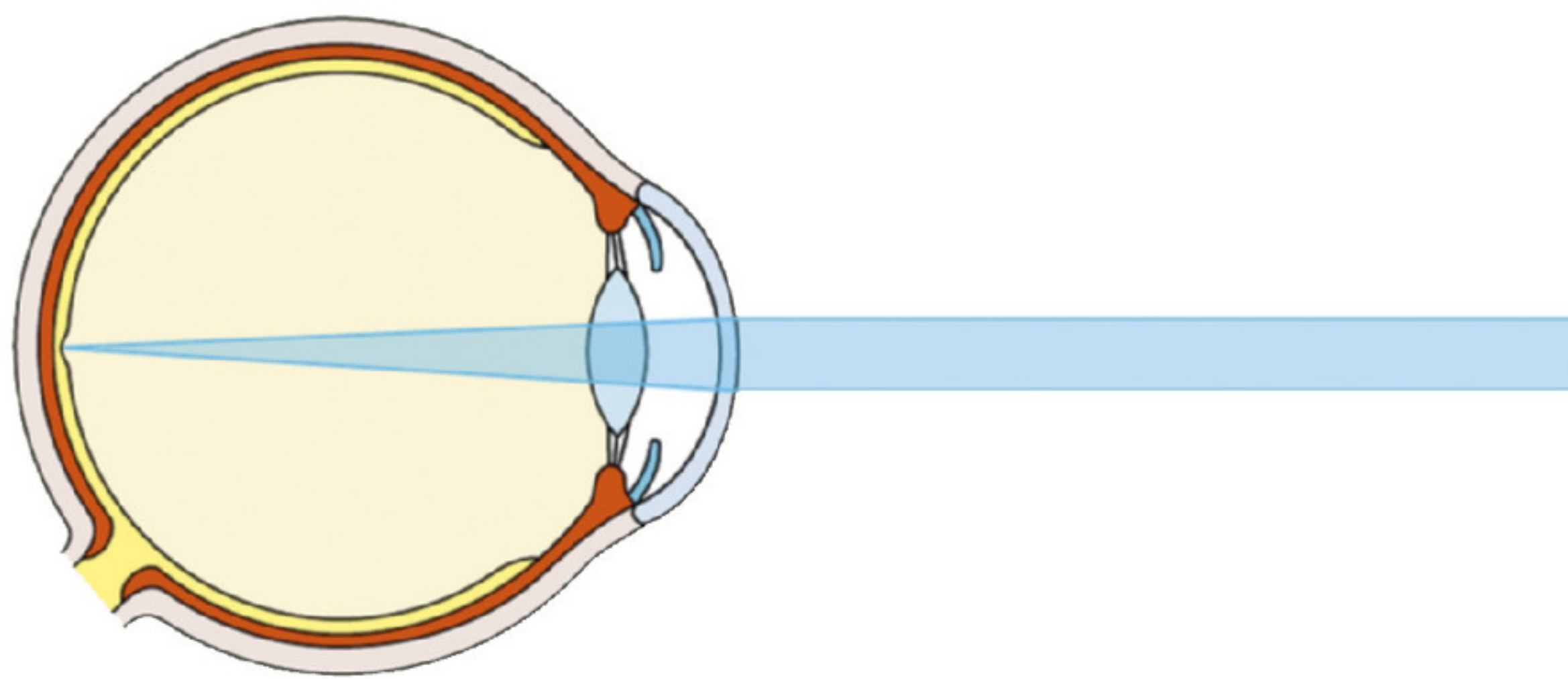
BIJZIEND

Als je voorwerpen van veraf niet scherp ziet maar van dichtbij wel, ben je **bijziend** (alleen van dichtbij scherp *ziend*). De oorzaak is vaak een afwijkende vorm van de ogen. De oogbollen zijn te lang. Daardoor is de afstand van de lens tot het netvlies te groot is. Lichtstralen van een voorwerp veraf komen bij elkaar vóór het netvlies (zie afbeelding 48). Het beeld dat bij een normaal oog scherp *op* het netvlies wordt gevormd, wordt nu *vóór* het netvlies gevormd. Het beeld dat op het netvlies ontstaat, is onscherp (zie afbeelding 48.2).

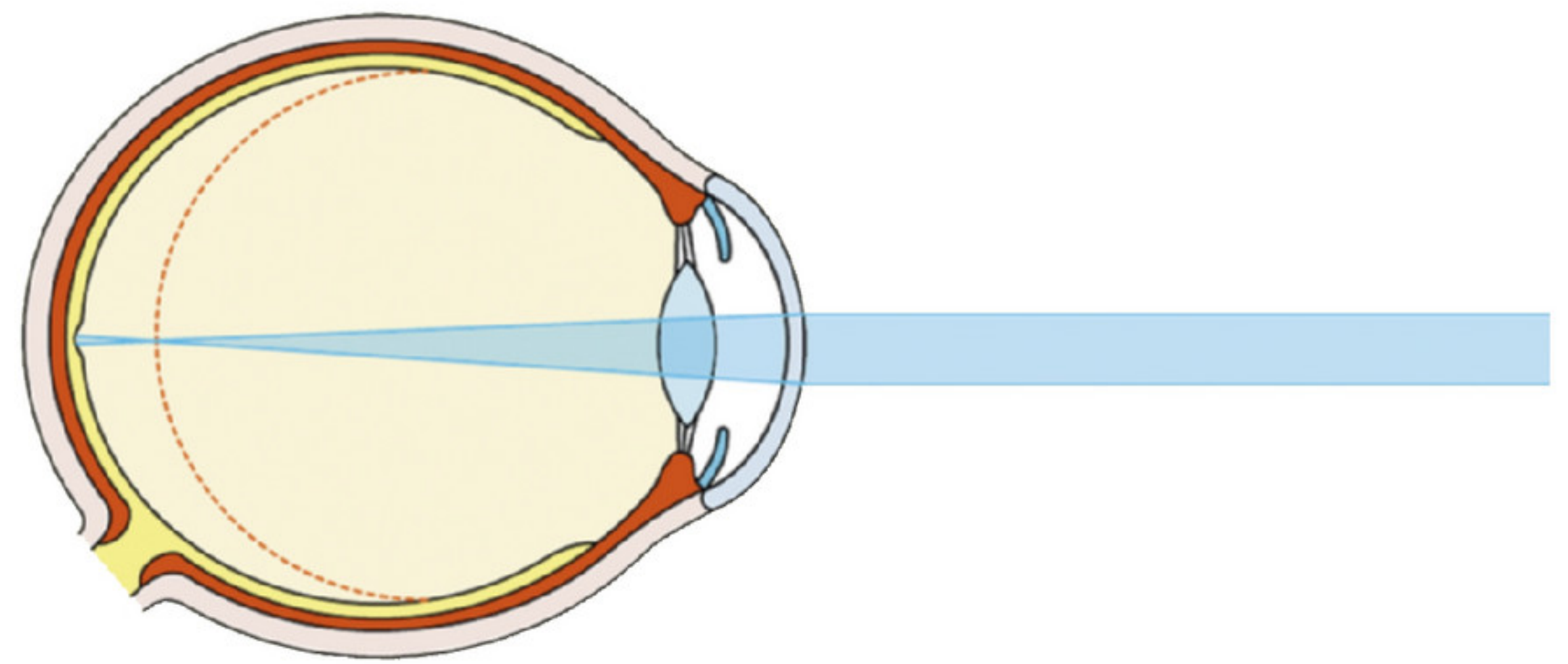
Bijziendheid kan ook worden veroorzaakt doordat de kringsspieren rond de ooglenzen, als je in de verte kijkt, niet helemaal ontspannen zijn. De ooglenzen blijft daardoor enigszins bol. De lichtstralen die van veraf komen, worden dan te sterk gebroken.

Bijziendheid is te verhelpen met een bril met holle (–) lenzen (zie afbeelding 48.3). Door een holle lens worden de lichtstralen gespreid, voordat ze het oog binnenvallen.

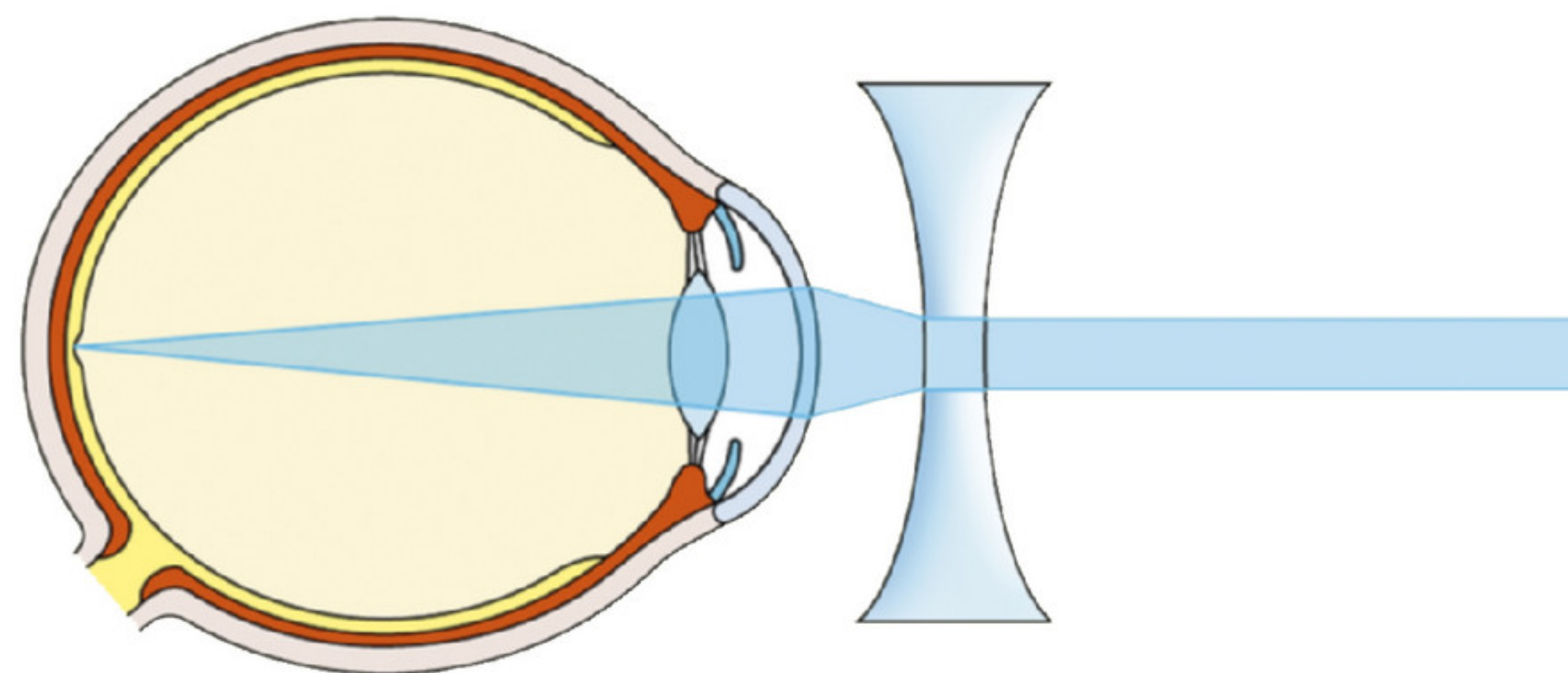
▼ Afb. 48 Bijziend.



1 het zien van een voorwerp veraf: bij een normaal oog



2 bijziend oog: oogbol van een bijziend persoon



3 correctie door een holle lens

VERZIEND

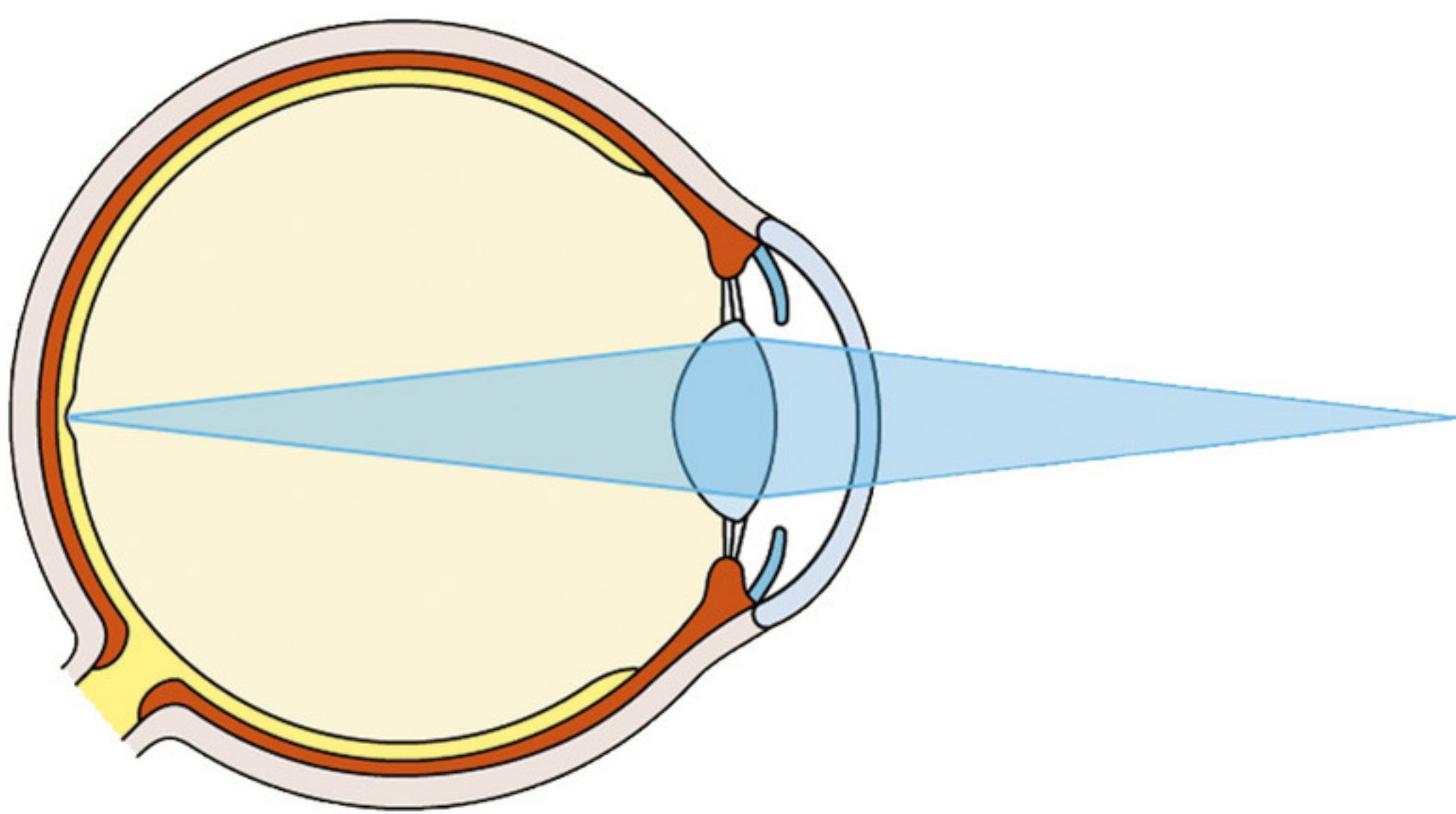
Er zijn ook mensen die veraf goed zien maar moeite hebben met lezen. Deze mensen noem je **verziend** (alleen van *veraf* scherp *ziend*). Bij mensen die verziend zijn, zijn de oogbollen juist te kort. De afstand van de lens tot het netvlies is te klein. Lichtstralen van een punt dichtbij komen bij verziende mensen bij elkaar *achter* het netvlies. Het beeld dat op het netvlies ontstaat, is daardoor onscherp (zie afbeelding 49.2).

Verziendheid is te verhelpen met een bril met bolle (+) lenzen (zie afbeelding 49.3). De bolle lenzen versterken de lichtbreking. Daardoor komen de lichtstralen die van dichtbij komen, op het netvlies toch bij elkaar.

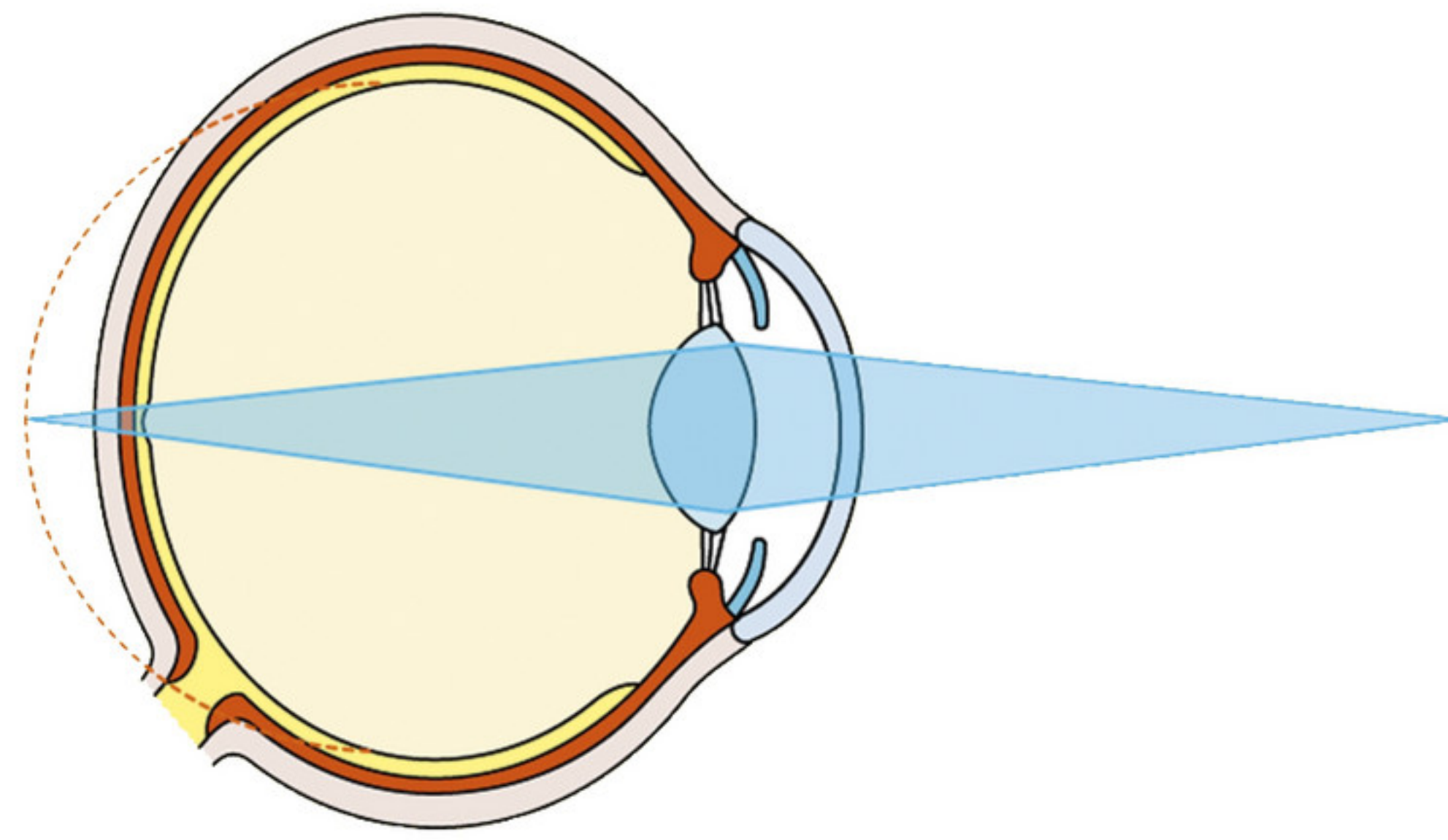
Bij oudere mensen wordt verziendheid vaak veroorzaakt doordat het accommoderen minder goed gaat. De ooglenzen worden bij het accommoderen niet bol genoeg. De lichtstralen die van dichtbij komen, worden dan te zwak gebroken. Daardoor wordt het steeds moeilijker om van dichtbij scherp te zien. Dit noem je **ouderdomsverziendheid**. Mensen met ouderdomsverziendheid gebruiken vaak een leesbril. Een leesbril heeft bolle lenzen.

WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 102

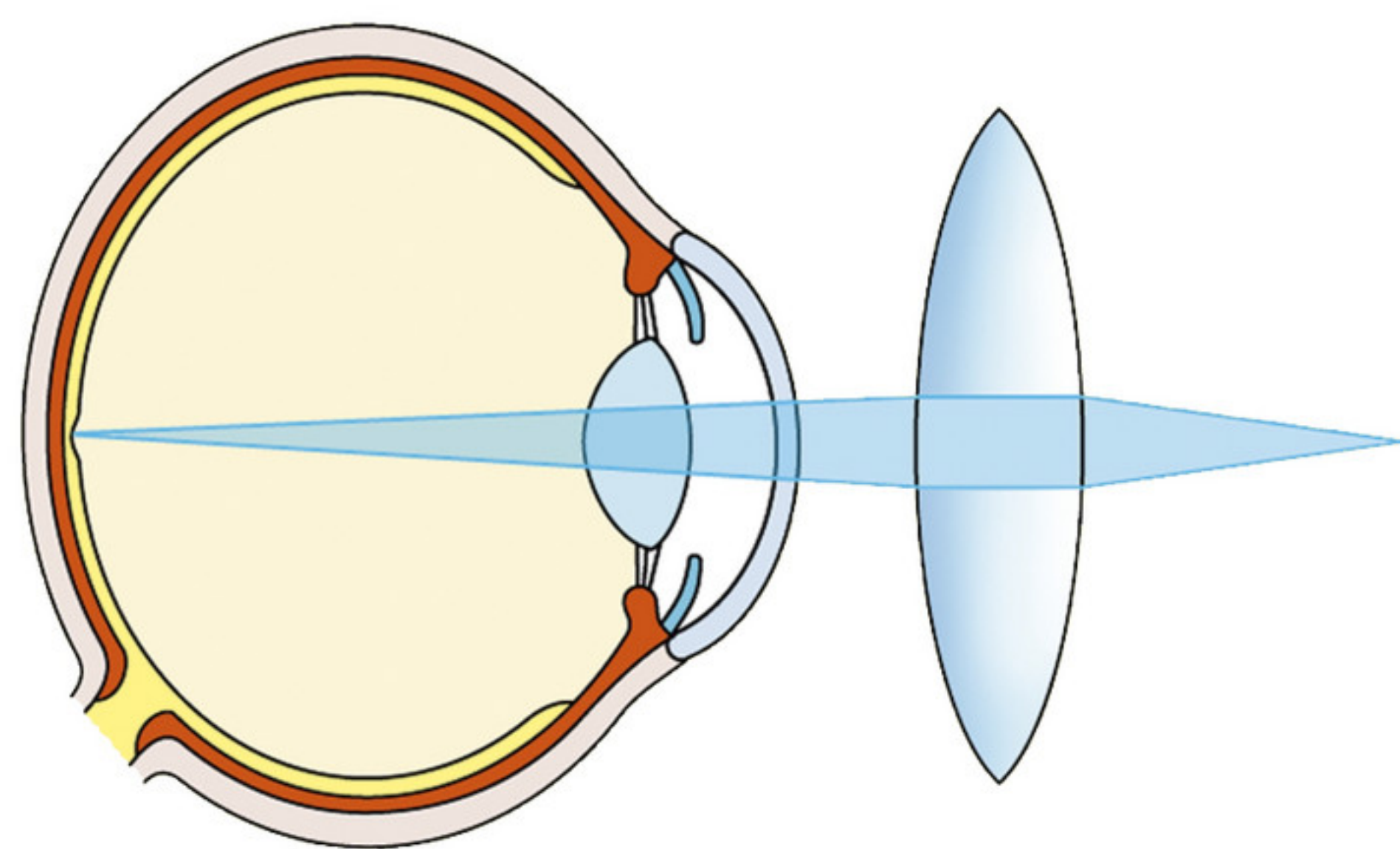
▼ **Afb. 49** Verziend.



1 het zien van een voorwerp dichtbij: bij een normaal oog



2 verziend oog: oogbol van een verziend persoon



3 correctie door een bolle lens

Veel mensen dragen geen bril, maar contactlenzen (zie afbeelding 50). Een contactlens wordt tegen het hoornvlies aan gedragen. Ook contactlenzen kunnen hol (–) of bol (+) geslepen zijn.

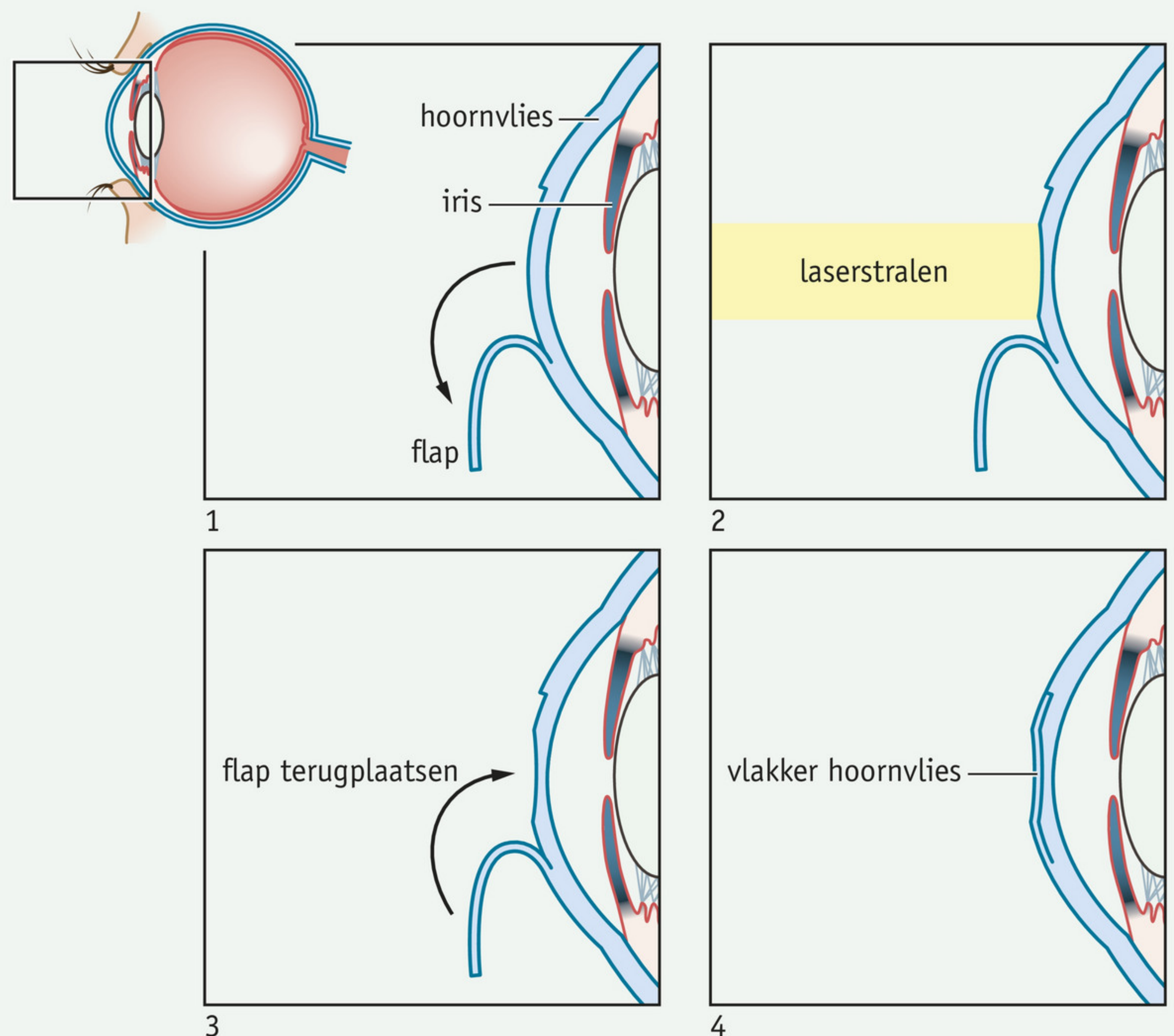
► **Afb. 50** Een contactlens.



▼ **Afb. 51**

Laserbehandeling

Als je 18 jaar of ouder bent, mag je je ogen laten laseren (zie de afbeelding). Je hebt dan geen bril of contactlenzen meer nodig. Eerst wordt je oog verdoofd met oogdruppels. Met een ooglidhouder wordt je oog opengehouden. Daarna schuift de oogarts een dun laagje van je hoornvlies opzij. De ooglaser past de bolling van je hoornvlies aan, waardoor je beter kunt zien. Daarna plaatst de oogarts het dunne laagje hoornvlies terug. Meestal is één behandeling voldoende.



Examentrainer

KATTEN

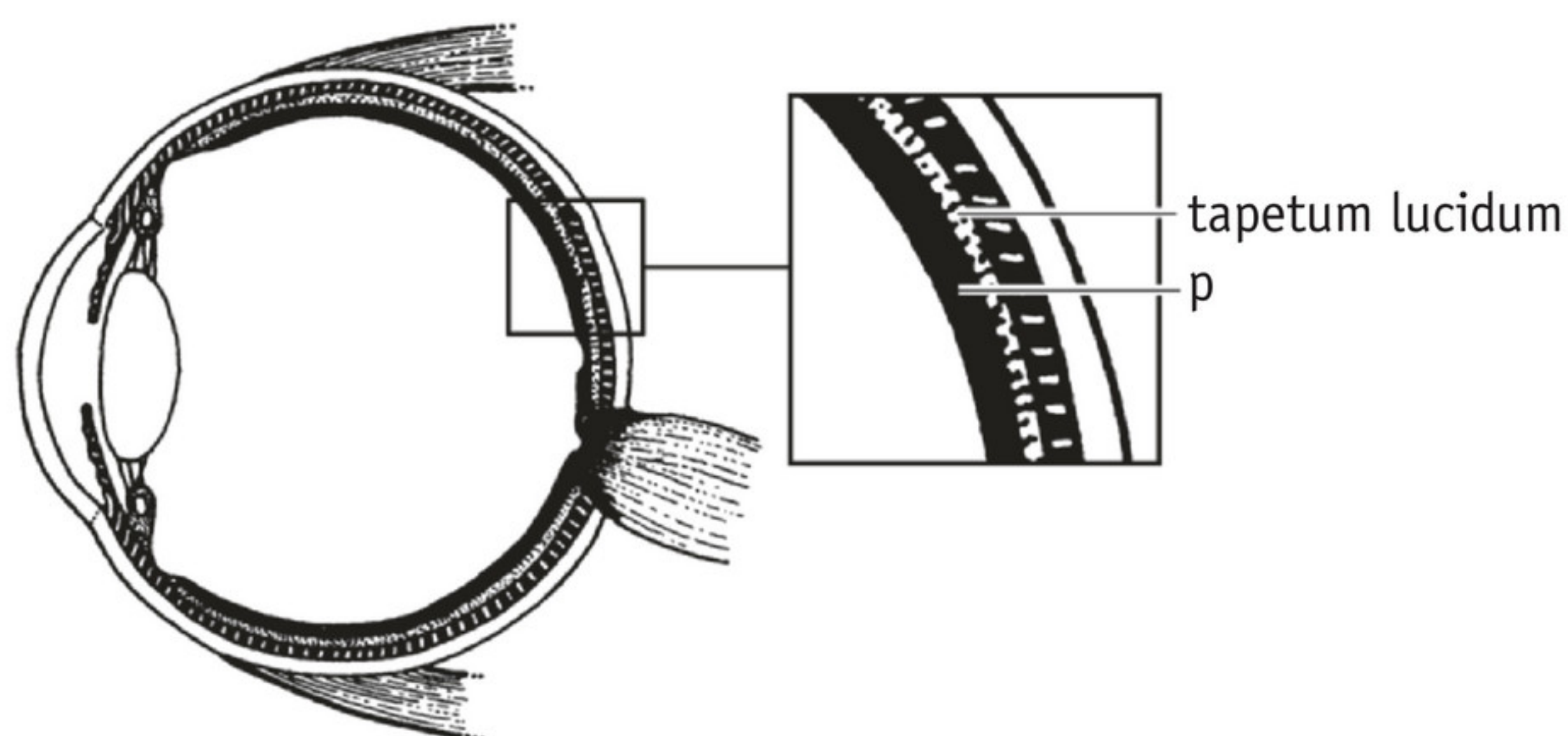
Bron: examen vmbo-k 2014-2, vraag 43 en 44.

In afbeelding 52 zie je schematisch de bouw van een kattenoog. In de laag die wordt aangegeven met de letter P, bevinden zich veel zintuigcellen die erg gevoelig zijn en vooral worden gebruikt om te zien bij weinig licht. Er liggen ook minder gevoelige zintuigcellen, die worden gebruikt voor het zien van kleuren.

Direct achter de laag met zintuigcellen ligt een laag die het licht terugkaatst: het *tapetum lucidum*. Hierdoor kan een kat goed zien als er weinig licht is. Doordat het *tapetum lucidum* het licht terugkaatst, lijken kattenogen dan licht te geven.

De overige delen van een kattenoog hebben dezelfde namen en functies als die van een mensenoog.

▼ **Afb. 52** De bouw van een kattenoog (schematisch).



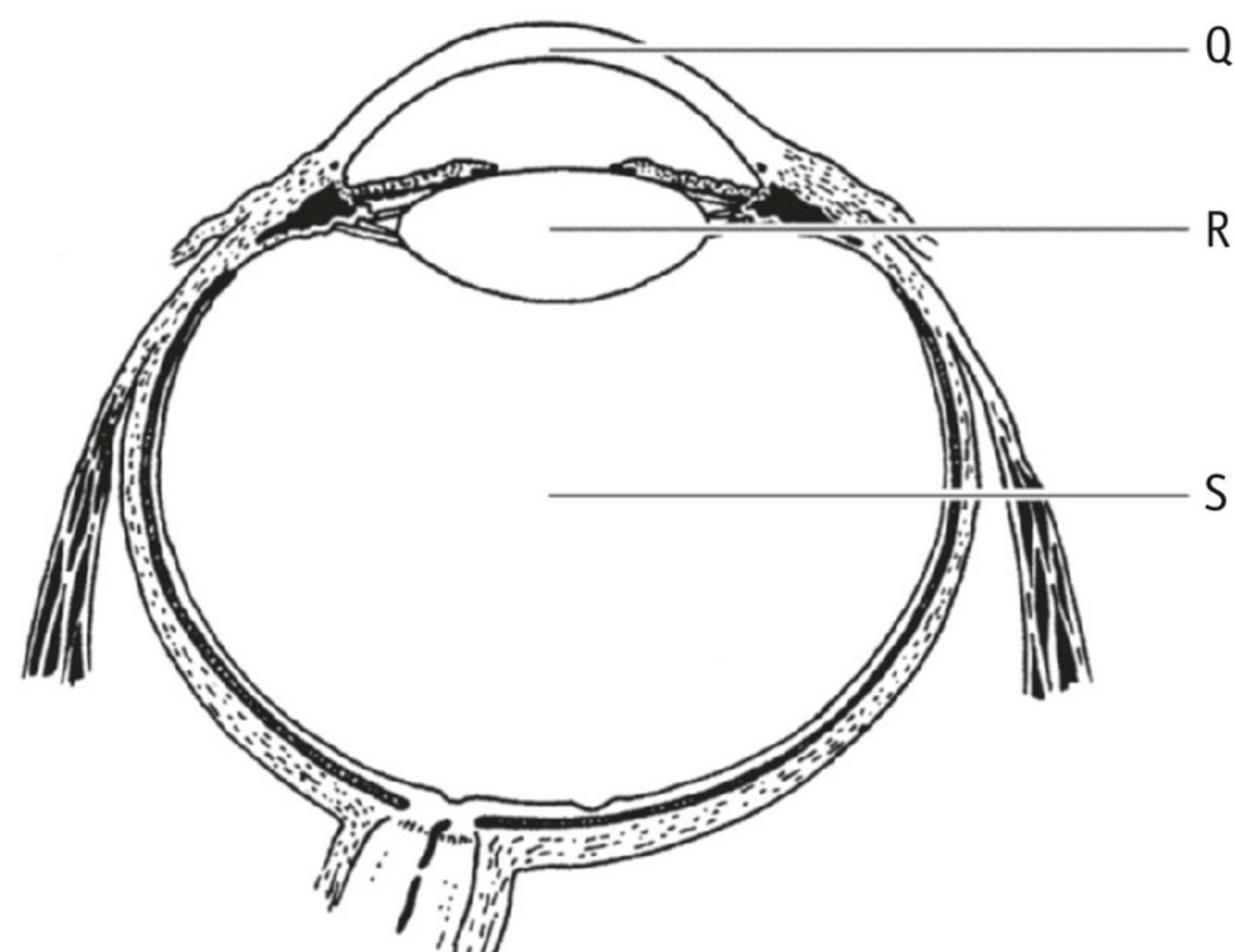
- 1p **1** Welke zintuigcellen bevinden zich in een kattenoog volgens de informatie?
- A Alleen kegeltjes.
 - B Alleen staafjes.
 - C Kegeltjes en staafjes.
- 1p **2** In de afbeelding geeft de letter P een laag in een kattenoog aan. Hoe heet deze laag?
- A Harde oogvlies.
 - B Hoornvlies.
 - C Netvlies.
 - D Vaatvlies.

GOED ZIEN

Bron: examen vmbo-k 2013-1, vraag 41 en 42.

Om goed te kunnen zien, moet er een scherp beeld op het netvlies worden gevormd. Een bepaald deel van het oog kan van vorm veranderen om dit tot stand te brengen. Dit heet accommoderen. In afbeelding 53 zie je een doorsnede van een oog.

▼ **Afb. 53** Doorsnede van een oog.



- 1p **3** Welke letter geeft het deel aan dat van vorm verandert om een scherp beeld op het netvlies te vormen?
- A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.

Om goed te kunnen zien, moet er voldoende licht het oog binnenvallen. In de iris bevinden zich spieren die de pupil groter maken als er weinig licht is.

De verandering van de grootte van de pupil is onbewust.

- 1p **4** Hoe wordt zo'n snelle, onbewuste reactie genoemd?

DE PUPIL

Bron: examen vmbo-k 2015-2, vraag 32.

De pupil van het oog kan groter of kleiner worden, afhankelijk van de omstandigheden. Veel fotocamera's kunnen zo ingesteld worden dat de flitser vlak voor het maken van een foto een aantal kleine flitsen geeft. Hierdoor worden de pupillen kleiner en zijn de ogen op de foto niet rood. De pupil wordt kleiner door het samentrekken van spieren in de iris. In de iris bevinden zich kringspieren en lengtespieren.

- 2p **5** Door het samentrekken van welke spieren wordt de pupil kleiner?
- A Alleen door het samentrekken van kringspieren.
 - B Alleen door het samentrekken van lengtespieren.
 - C Door het samentrekken van kringspieren en door het samentrekken van lengtespieren.

BRANDWONDEN

Naar: examen vmbo-k 2014-2, vraag 21.

Brandwonden ontstaan bijvoorbeeld door heet water, vuur of door de zon. Bij ernstige brandwonden worden zowel de opperhuid, de lederhuid en het onderhuids bindweefsel aangetast. Deze brandwonden noemt men derdegraads brandwonden.

- 1p **6** Veel patiënten met ernstige brandwonden voelen geen pijn. Leg uit hoe dat komt.

HET SYNDROOM VAN SJÖGREN

Naar: examen vmbo-k 2008-1, vraag 4 en 5.

Het syndroom van Sjögren is een ziekte waarbij onder andere de traanklieren langdurig ontstoken zijn. Daardoor werken de traanklieren minder goed.

- 1p **7** Leg uit dat door zo'n ontsteking de ogen geïrriteerd raken en branderig aanvoelen.
- 1p **8** Hoe heet het vlies aan de voorkant van het oog dat bij deze ziekte is geïrriteerd?
- A Het hoornvlies.
 - B Het netvlies.
 - C Het vaatvlies.

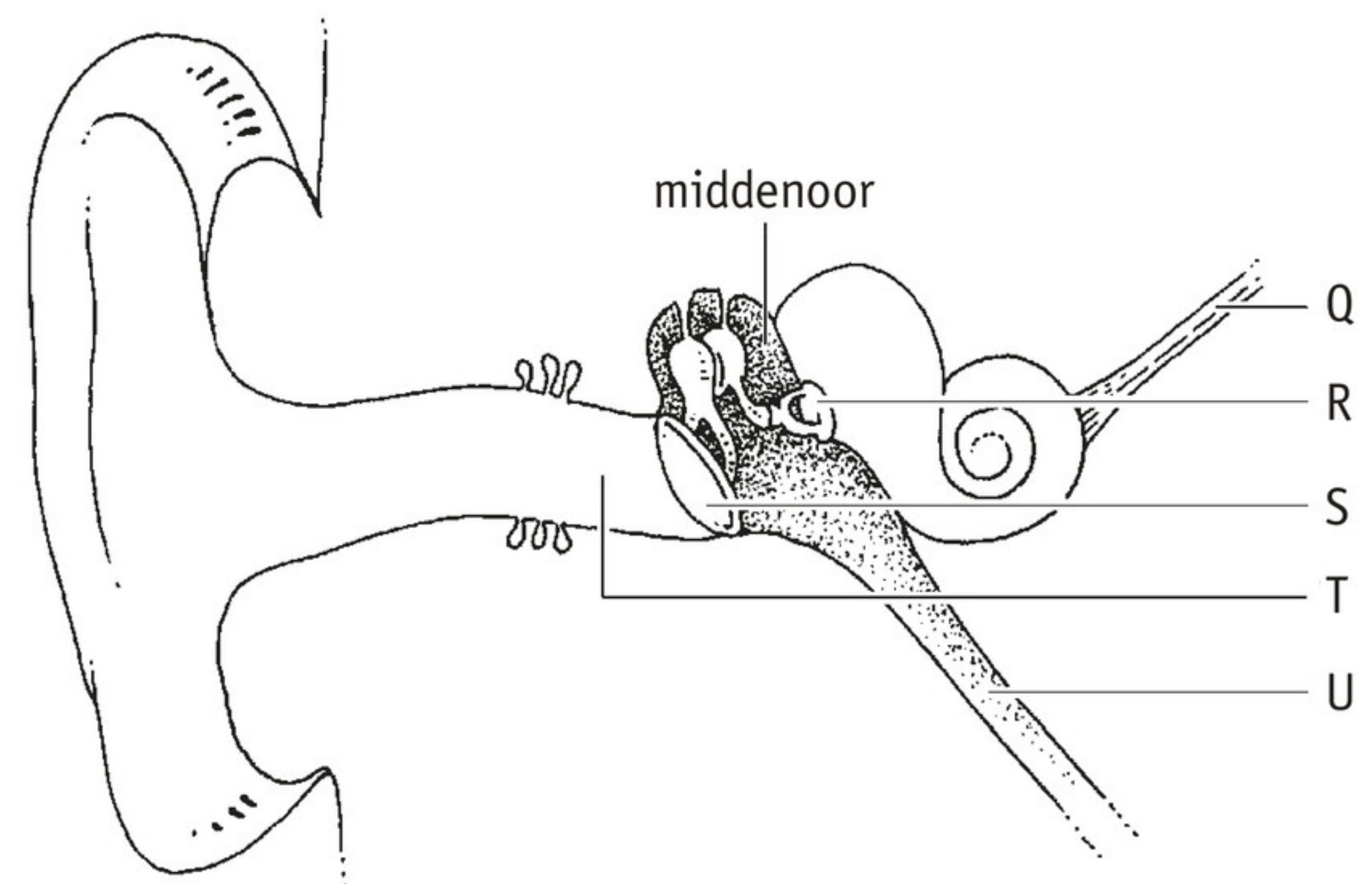
Plusvraag

TROMMELVLIESBUISJES

Bron: examen vmbo-gt 2012-1, vraag 8 tot en met 10.

Bij kinderen tussen 2 tot 6 jaar is het plaatsen van een trommelvliesbuisje een van de meest voorkomende operaties. De reden voor het uitvoeren van zo'n operatie is dat de buis van Eustachius steeds verstopt is. De luchtdruk in het middenoor is dan niet gelijk aan de luchtdruk buiten. Het gevolg is dat het trommelvlies te strak gespannen staat. Ook hoopt zich vocht op waardoor een middenoorontsteking kan ontstaan. Door een buisje in het trommelvlies wordt de druk in het middenoor gelijk aan die van de buitenlucht. In afbeelding 54 zijn enkele delen van het oor met letters aangegeven.

▼ **Afb. 54** Doorsnede van het gehoororgaan.



- 2p **9** Met welke letter wordt de buis van Eustachius aangegeven? En met welke letter wordt het trommelvlies aangegeven?

Als er vocht is opgehoopt in het middenoor, kun je minder goed horen.

- 1p **10** Leg uit waardoor je minder goed kunt horen als er veel vocht in het middenoor is opgehoopt.

Een middenoorontsteking kan hevige pijn veroorzaken. Impulsen die door de pijnprikkels ontstaan, worden door een bepaald type zenuwcel vanuit het oor naar de hersenen geleid.

- 1p **11** Hoe heet zo'n zenuwcel?
- A Een bewegingszenuwcel.
 - B Een gevoelszenuwcel.
 - C Een schakelcel.

7

Stevigheid en beweging



BASISSTOF

- 1 Het skelet van de mens
- 2 Kraakbeenweefsel en beenweefsel
- 3 Beenverbindingen
- 4 Spieren
- 5 Houding en beweging
- 6 Blessures

SAMENVATTING

104

DIAGNOSTISCHE TOETS

107

VERRIJKINGSSTOF

- 82
- 87
- 89
- 93
- 95
- 98

- 1 Conditietest

115

- 2 Hoge hakken

116

- 3 Rugklachten

117

EXAMENTRAINER

118



In dit thema leer je hoe je lichaam stevigheid verkrijgt. Ook leer je hoe bewegingen ontstaan.

Je leert eerst uit welke beenderen het skelet van de mens bestaat. Daarna leer je de functies van het skelet. De beenderen van het skelet zijn op verschillende manieren met elkaar verbonden.

Aan de beenderen zitten spieren vast. Spieren en gewrichten zorgen ervoor dat je kunt bewegen. Je gebruikt je spieren ook voor een goede lichaamshouding.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het skelet van de mens

Zonder de stevige botten van je skelet zou je in elkaar zakken. Dan blijft er een soort pudding van je over.

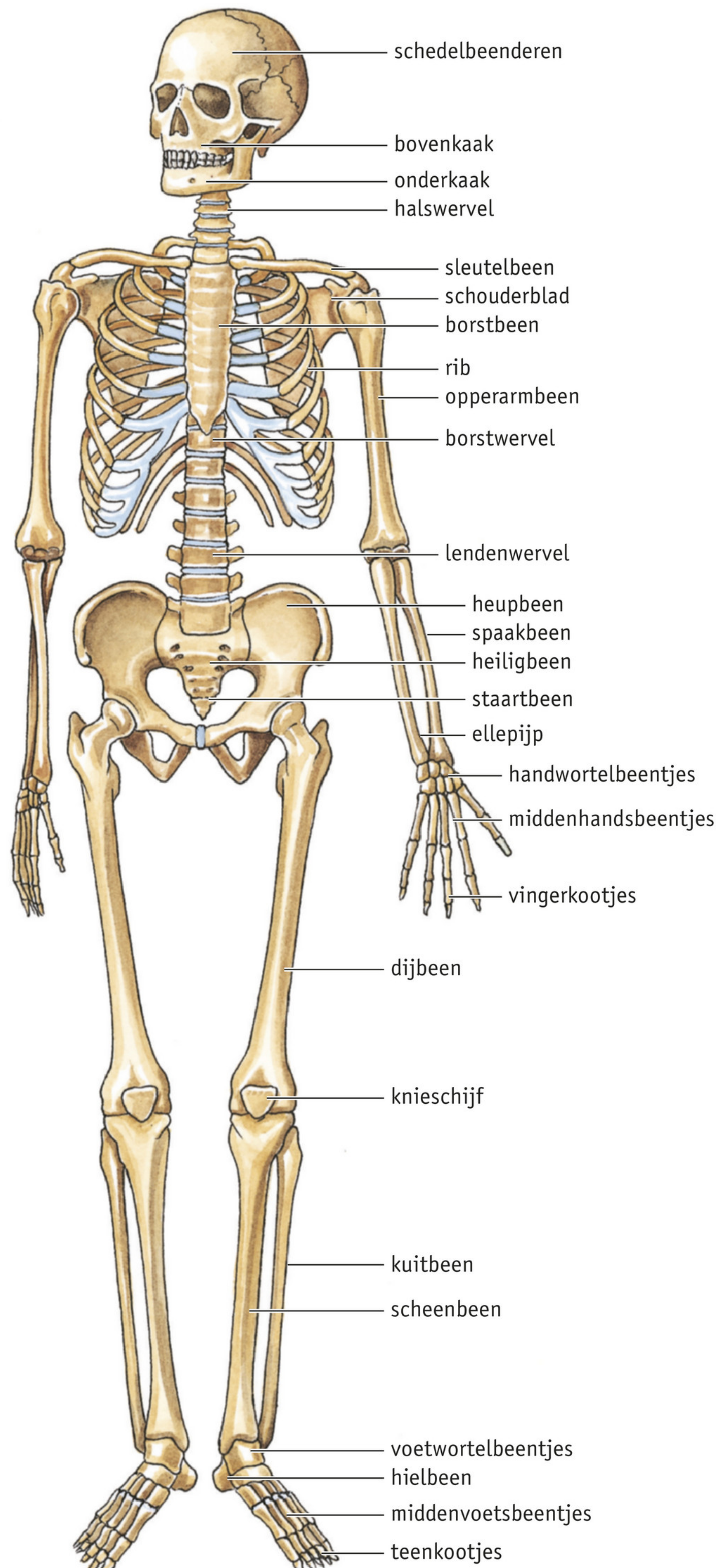
BEENDEREN VAN DE MENS

Je skelet bestaat uit meer dan tweehonderd **beenderen** (botten). Het lichaam van de mens bestaat uit het **hoofd**, de **romp** en de **ledematen** (armen en benen). De mens heeft (net als alle andere gewervelden) een inwendig skelet (**geraamte**).

In afbeelding 1 zie je een tekening van het skelet van de mens. De beenderen in het hoofd vormen samen de **schedel**. De schedel wordt gedragen door de **wervelkolom** die in de romp naar beneden loopt.

De borstwervels, de ribben en het borstbeen vormen samen de **borstkas**. De schouderbladen en de sleutelbeenderen vormen samen de **schoudergordel**. De heupbeenderen vormen de **bekkengordel** of het **bekken**.

Van de beenderen in de arm zijn het spaakbeen en de ellepijp moeilijk uit elkaar te houden, maar het volgende ezelsbruggetje kan je helpen. Bij de **pols** zit de elle**p**ijp vast aan de kant van de **p**ink. Het spaakbeen zit vast aan de kant van de duim.

► **Afb. 1** Het skelet van de mens.

FUNCTIES VAN HET SKELET

Je skelet geeft stevigheid en vorm aan je lichaam. Ook zorgt je skelet voor bescherming van tere organen in je lichaam. De schedelbeenderen bijvoorbeeld beschermen je hersenen. Maar deze schedelbeenderen zijn niet stevig genoeg om de hersenen te beschermen tegen een heel harde klap (zie afbeelding 2). Daarom is het soms beter om extra bescherming te dragen, zoals een helm.

Je skelet maakt beweging mogelijk. De meeste beenderen van je skelet zijn beweeglijk met elkaar verbonden. Spieren die aan de beenderen vastzitten, zorgen ervoor dat je beenderen bewegen.

▼ Afb. 2

Crosswedstrijd

Sander haalt de selectie van een belangrijke motorcrosswedstrijd. De start gaat heel goed. Sander ligt op de tweede plaats. Hij wil beslist aan kop blijven. Misschien dat hij daardoor iets te veel risico neemt. Na tien minuten gaat het mis. Na een enorme sprong komt Sander met zijn hoofd tegen een paal terecht. Ook de rest van zijn lichaam krijgt het zwaar te verduren.

Sander wordt met een traumahelikopter naar het ziekenhuis vervoerd. De artsen stellen vast dat hij licht hersenletsel heeft opgelopen en een polsbreuk. De arts zegt: 'Je hebt geluk gehad. Het scheelde maar een haar of je had je rug gebroken. Dan had je de rest van je leven in een rolstoel gezeten. Dankzij je beschermende vest is dat niet gebeurd. En je helm heeft je leven gered.'



1 Sander tijdens de wedstrijd



2 het beschermende vest dat hij droeg

TYPEN BEENDEREN

Het skelet heeft twee typen beenderen: pijpbeenderen en platte beenderen (zie afbeelding 3).

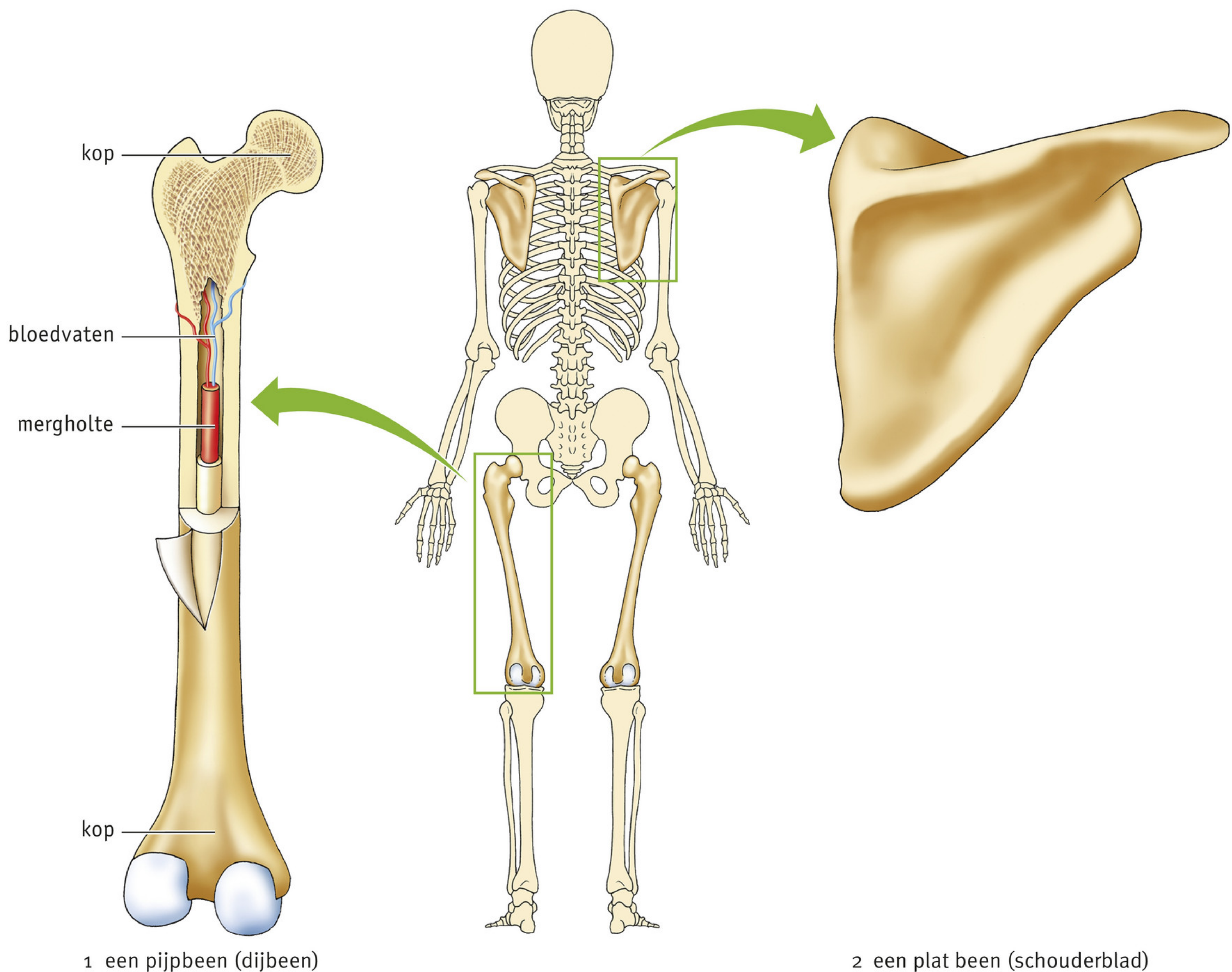
Pijpbeenderen zijn langwerpig en komen vooral voor in de ledematen. In de koppen van de pijpbeenderen zitten veel kleine holten in het beenweefsel. In deze holten zit **rood beenmerg**. In het rode beenmerg worden bloedcellen gevormd. Bij een pijpbeen zit tussen de koppen de **mergholte**. In de mergholte zit **geel beenmerg**. In het gele beenmerg is vet opgeslagen.

Platte beenderen komen vooral voor in de schedel en in de romp.

Voorbeelden van platte beenderen zijn de schedelbeenderen, de ribben en de schouderbladen. Ook in platte beenderen zit rood beenmerg. In platte beenderen zit geen mergholte en geen geel beenmerg.

▼ **Afb. 3** Pijpbeenderen en platte beenderen.

WB OPDRACHT 1 T/M 6 BLZ. 106



VORM EN FUNCTIE

Het skelet geeft vorm aan het lichaam. De vorm van het lichaam heeft te maken met de omgeving waarin een organisme leeft (zijn functie). Een dolfijn heeft bijvoorbeeld een gestroomlijnd lichaam (zie afbeelding 4).

- **Afb. 4** Een dolfijn heeft een gestroomlijnd lichaam.

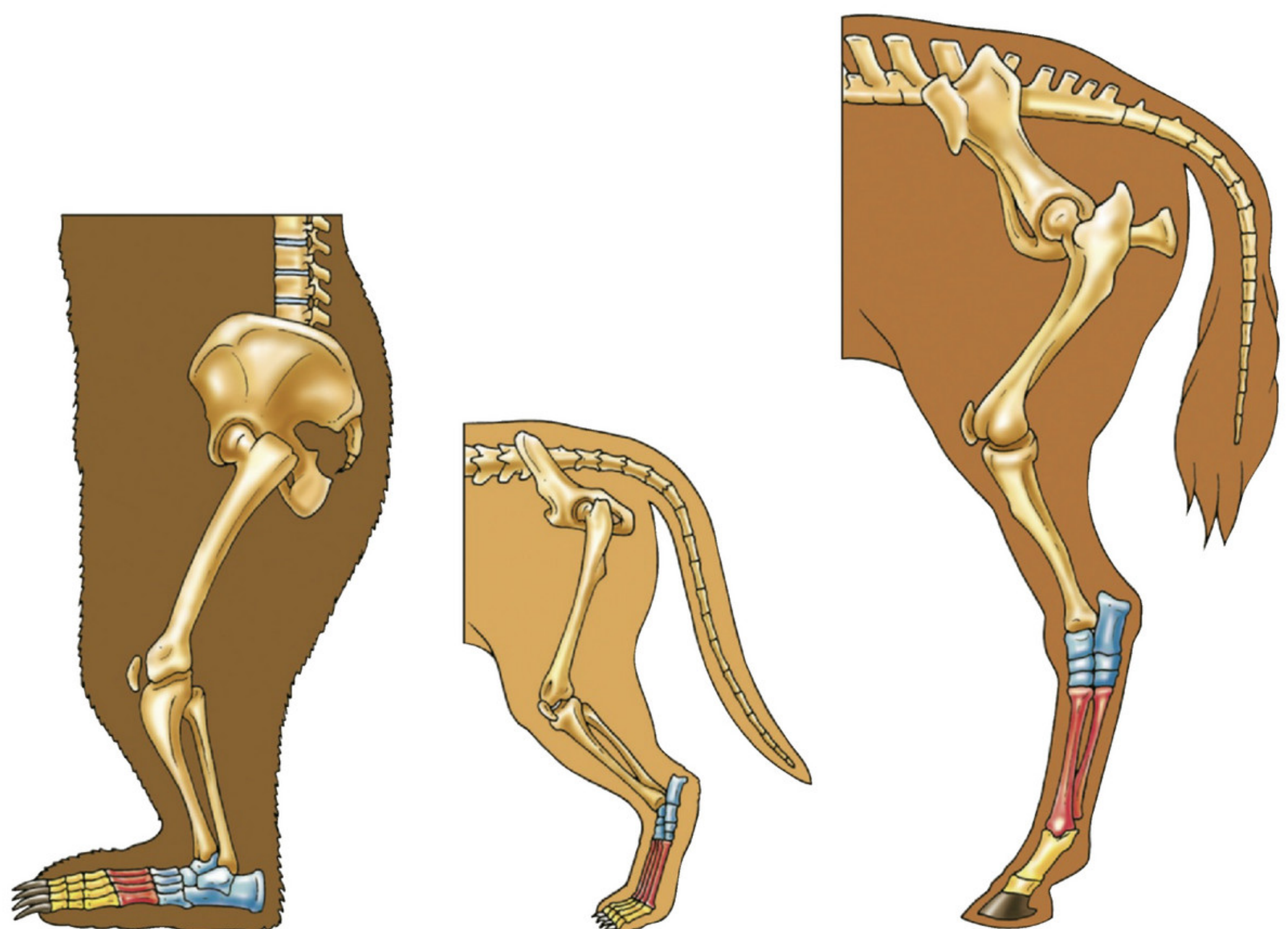


In afbeelding 5 zijn de achterpoten van een beer, een kat en een paard schematisch getekend. De vorm van deze poten heeft ook te maken met de functie van de poten.

Je ziet dat een beer op de hele voetzool loopt. Door het lopen op de hele voetzool is het steunoppervlak groot. We noemen een beer daarom een **zoolganger**. Katten zijn **teengangers**. Ze lopen op hun tenen. Paarden zijn **hoefgangers**. Hoefgangers lopen op de toppen van hun tenen. Bij deze dieren zijn de toppen van de tenen bedekt met hoeven. Door het lopen op de toppen van de tenen zijn de poten lang.

WB OPDRACHT 7 EN 8 BLZ. 109

- **Afb. 5** Zoolgangers, teengangers en hoefgangers.



1 beer

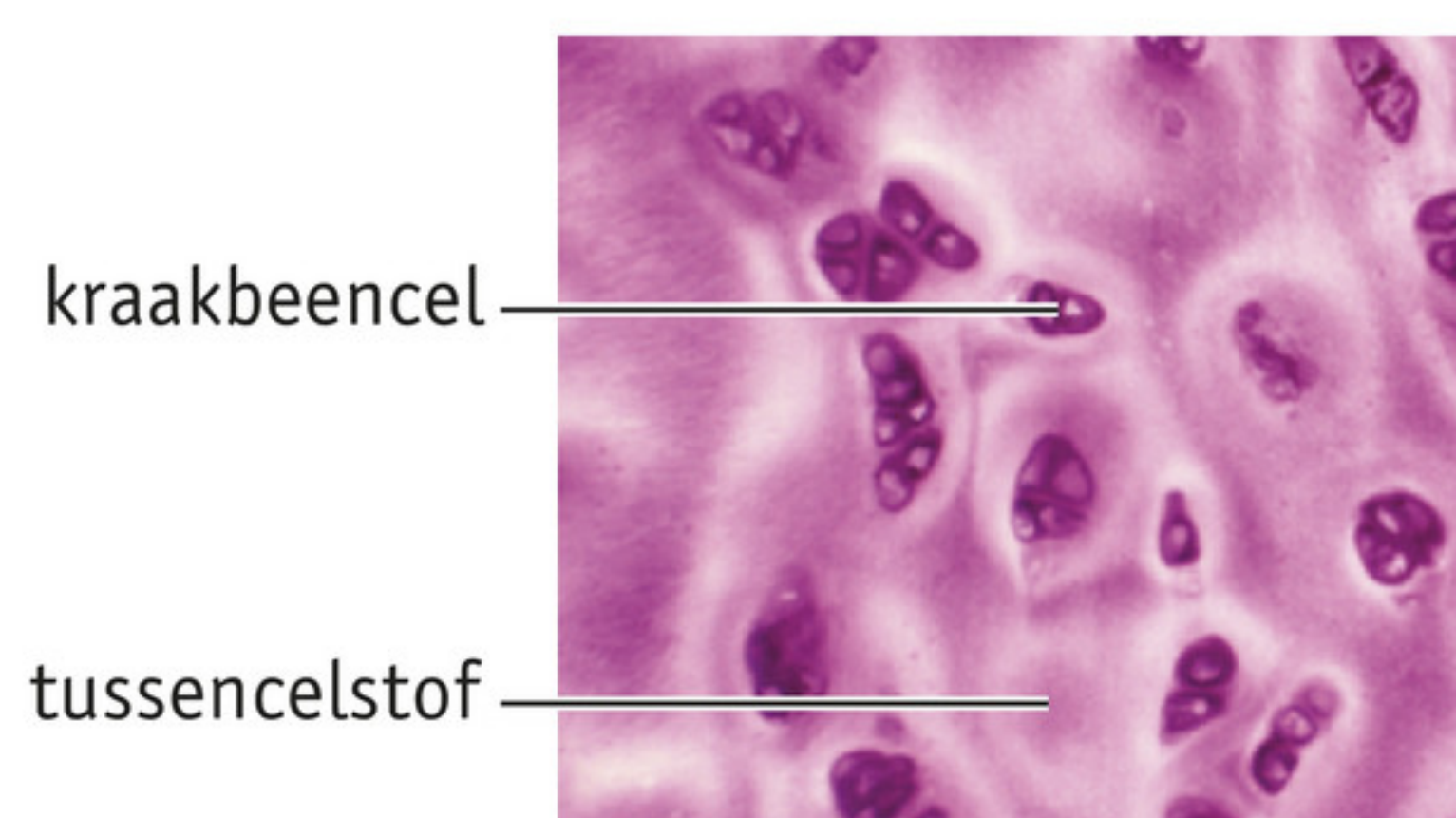
2 kat

3 paard

2 Kraakbeenweefsel en beenweefsel

Het puntje van je neus is stevig, maar ook buigzaam. De bovenkant van je hoofd is stevig en hard, maar niet buigzaam. Dit komt door het verschil tussen kraakbeenweefsel en beenweefsel. Kraakbeenweefsel is buigzamer en minder hard dan beenweefsel. Beide typen weefsel vormen het skelet en geven je lichaam stevigheid.

▼ **Afb. 6** Kraakbeenweefsel (microscopische foto).



KRAAKBEENWEEFSEL

Zowel bij kraakbeenweefsel als bij beenweefsel komt tussen de cellen **tussencelstof** voor. De tussencelstof wordt gemaakt door cellen.

Bij **kraakbeenweefsel** liggen de cellen in groepjes bij elkaar in de tussencelstof. Dit zie je in afbeelding 6. De tussencelstof is zo samengesteld dat kraakbeen stevig is, maar toch buigzaam.

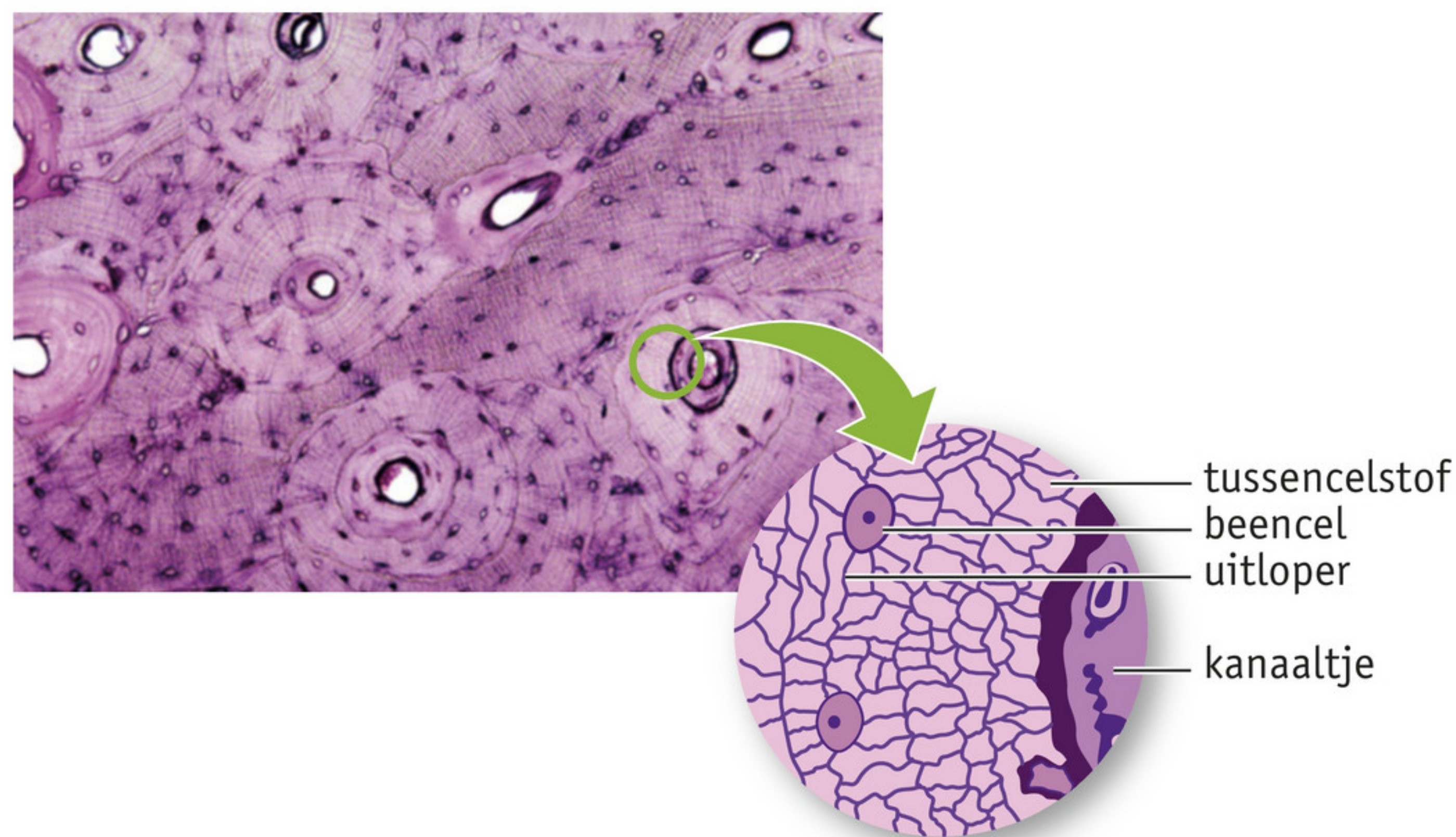
Bij volwassenen komt kraakbeen voor op plaatsen in het lichaam die stevig en toch soepel zijn. Bijvoorbeeld in de neus en in de oorschelpen. In afbeelding 1 in basisstof 1 zie je nog andere plaatsen van het skelet die uit kraakbeen bestaan. Deze delen zijn met blauw aangegeven.

BEENWEEFSEL

Bij **beenweefsel** liggen de cellen in kringen rondom fijne kanaaltjes (zie afbeelding 7). Door die kanaaltjes lopen bloedvaten. De tussencelstof van been is harder dan de tussencelstof van kraakbeen. De tussencelstof van been bestaat voor een groot deel uit kalkzouten en lijmstof.

Kalkzouten geven stevigheid (hardheid) aan beenweefsel. **Lijmstof** zorgt ervoor dat beenweefsel een beetje buigzaam blijft. Dankzij de kalkzouten en de lijmstof is een bot stevig. Je kunt het niet zomaar buigen of breken (zie afbeelding 8).

▼ **Afb. 7** Beenweefsel.



▼ **Afb. 8** Een bot buigt of breekt niet zomaar.



Als je een bot in een zoutzuuroplossing legt, gaan de kalkzouten uit het bot. Het bot wordt hierdoor erg buigzaam (zie afbeelding 9). Als je een bot in een vlam houdt, verbrandt de lijmstof. Het bot breekt dan gemakkelijk (zie afbeelding 10).

► **Afb. 9** Botjes in een zoutzuuroplossing.



1 in zoutzuur lossen kalkzouten op



2 zonder kalkzouten buigt een botje gemakkelijk

► **Afb. 10** Botjes in een vlam.



1 in een vlam verbrandt de lijmstof



2 zonder lijmstof breekt een botje gemakkelijk

VERANDERINGEN IN HET SKELET

Bij baby's bestaat het skelet voornamelijk uit kraakbeenweefsel. Tijdens de groei wordt veel kraakbeenweefsel vervangen door beenweefsel.

Het skelet van volwassenen bestaat voor het grootste deel uit beenweefsel. Bij kinderen bevat de tussencelstof van beenweefsel nog veel lijmstof. Als mensen ouder worden, gaat de tussencelstof van beenweefsel steeds minder lijmstof en steeds meer kalkzouten bevatten. Bij oude mensen bevat de tussencelstof weinig lijmstof. Hun beenderen zijn daardoor minder buigzaam en breken gemakkelijker.

WB OPDRACHT 9 T/M 11 BLZ. 111

WB PRACTICUM 1 EN 2 BLZ. 132

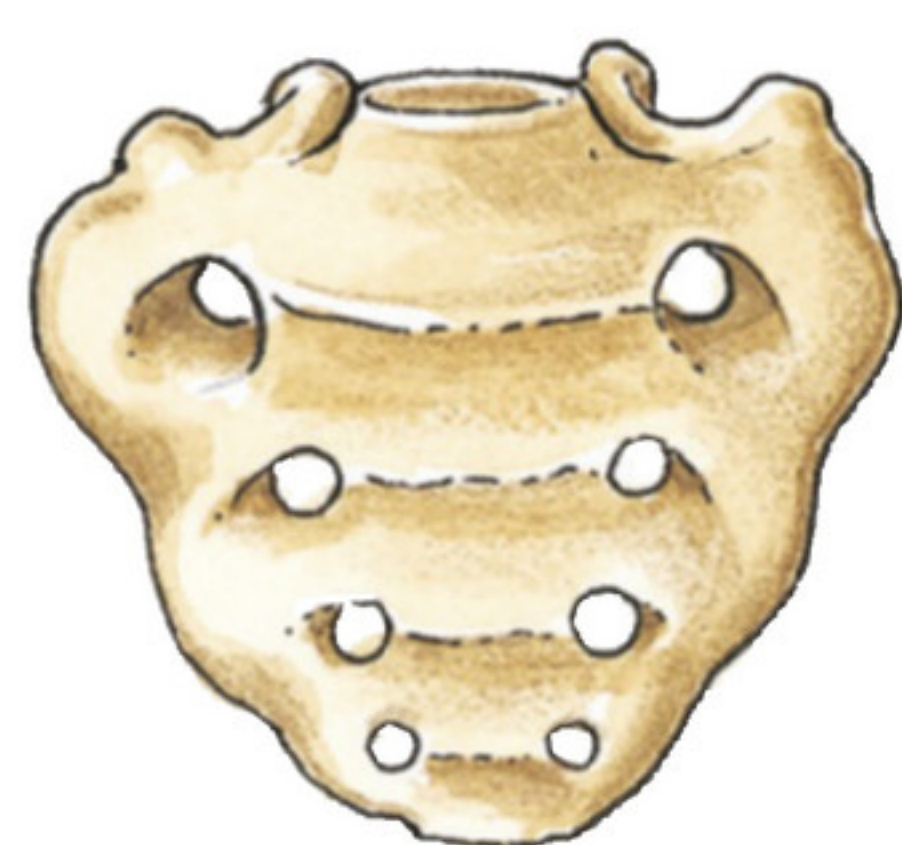
3 Beenverbindingen

De beenderen in het skelet zijn op verschillende manieren met elkaar verbonden. Om beweging mogelijk te maken, zit tussen sommige beenderen een beweeglijke verbinding. De knie is zo'n beweeglijke verbinding. Beenderen die samen een orgaan beschermen, zijn onbeweeglijk met elkaar verbonden. Bijvoorbeeld de beenderen van je schedel.

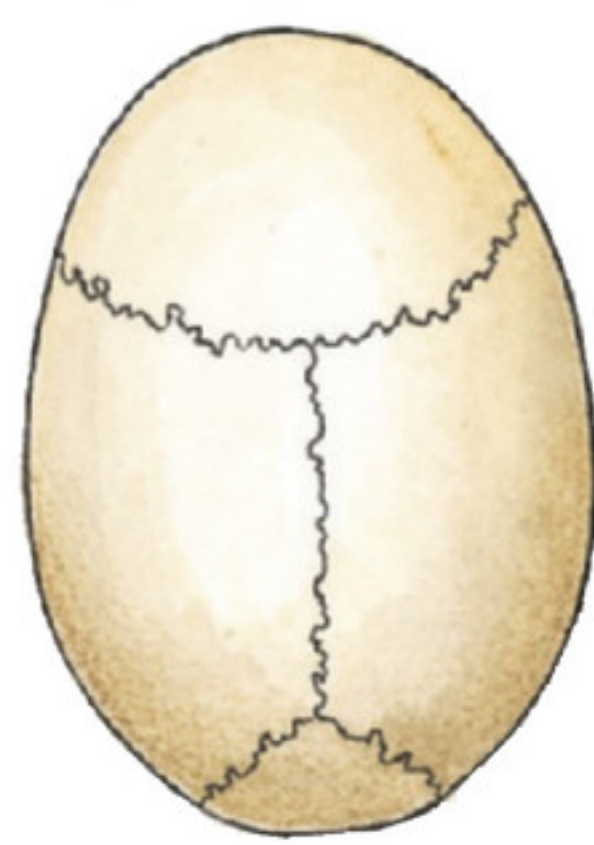
BEWEEGLIJKE EN ONBEWEEGLIJKE VERBINDINGEN

In afbeelding 11 zie je vier manieren waarop beenderen met elkaar verbonden kunnen zijn.

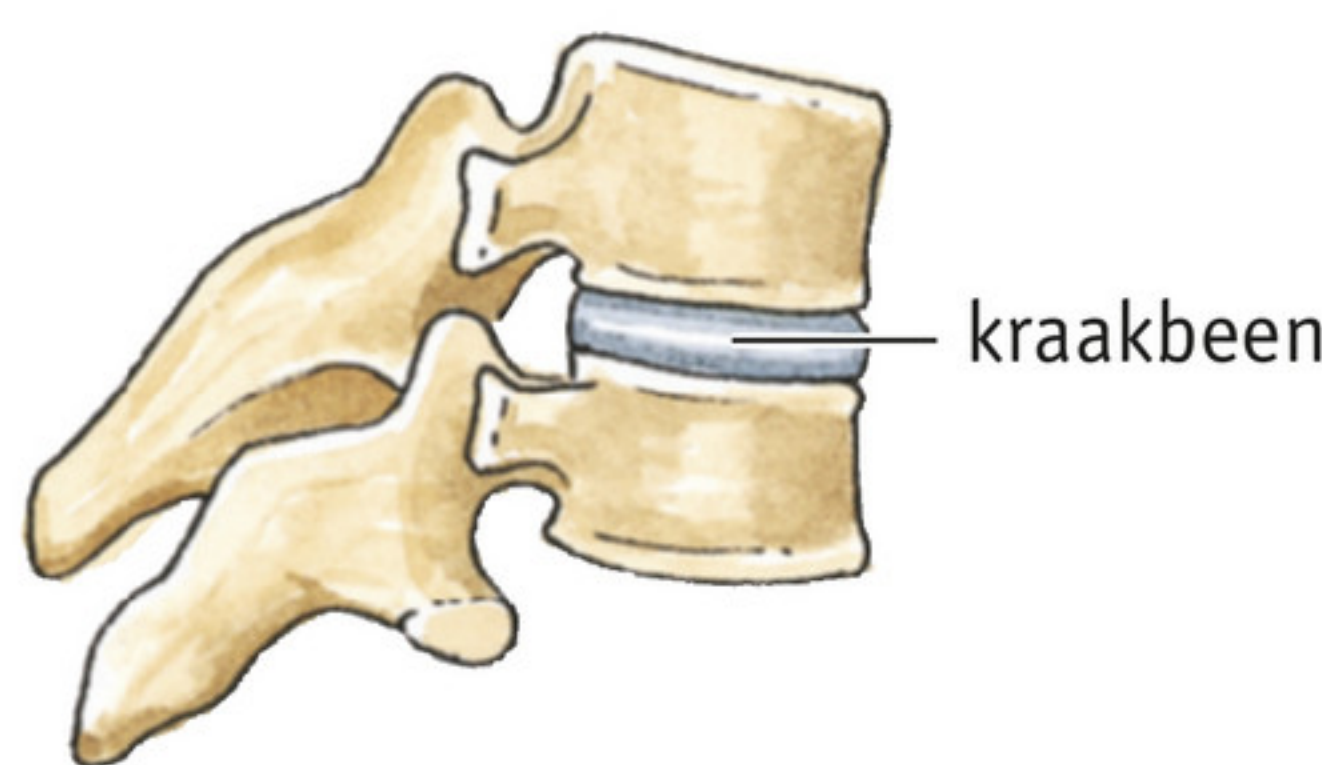
▼ **Afb. 11** Beenverbindingen.



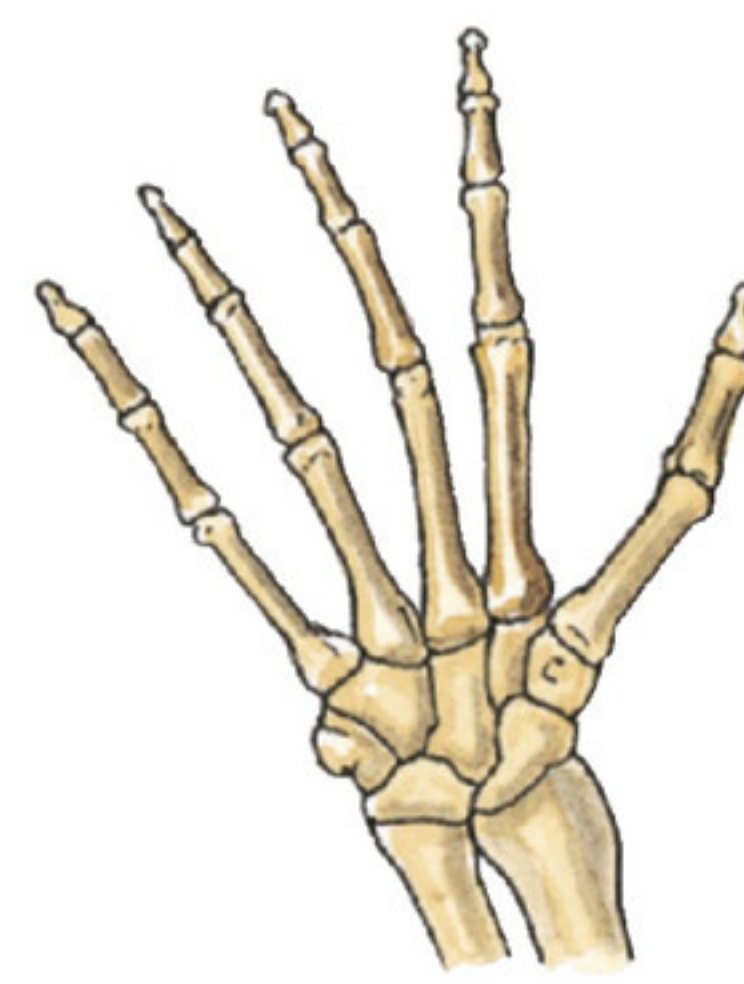
1 vergroeid
(heiligbeen)



2 door een naad
(schedelbeenderen)



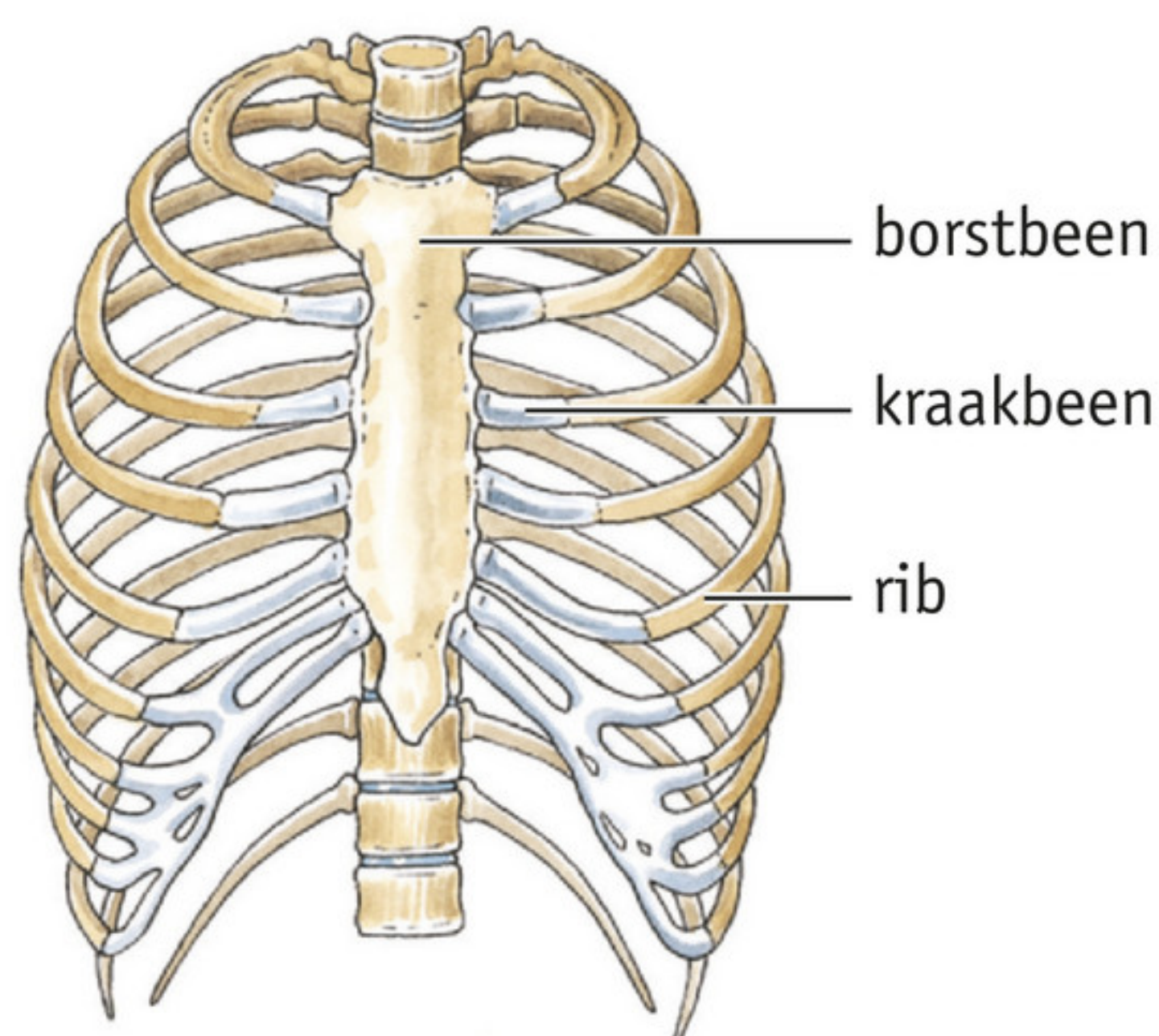
3 door kraakbeen
(wervels)



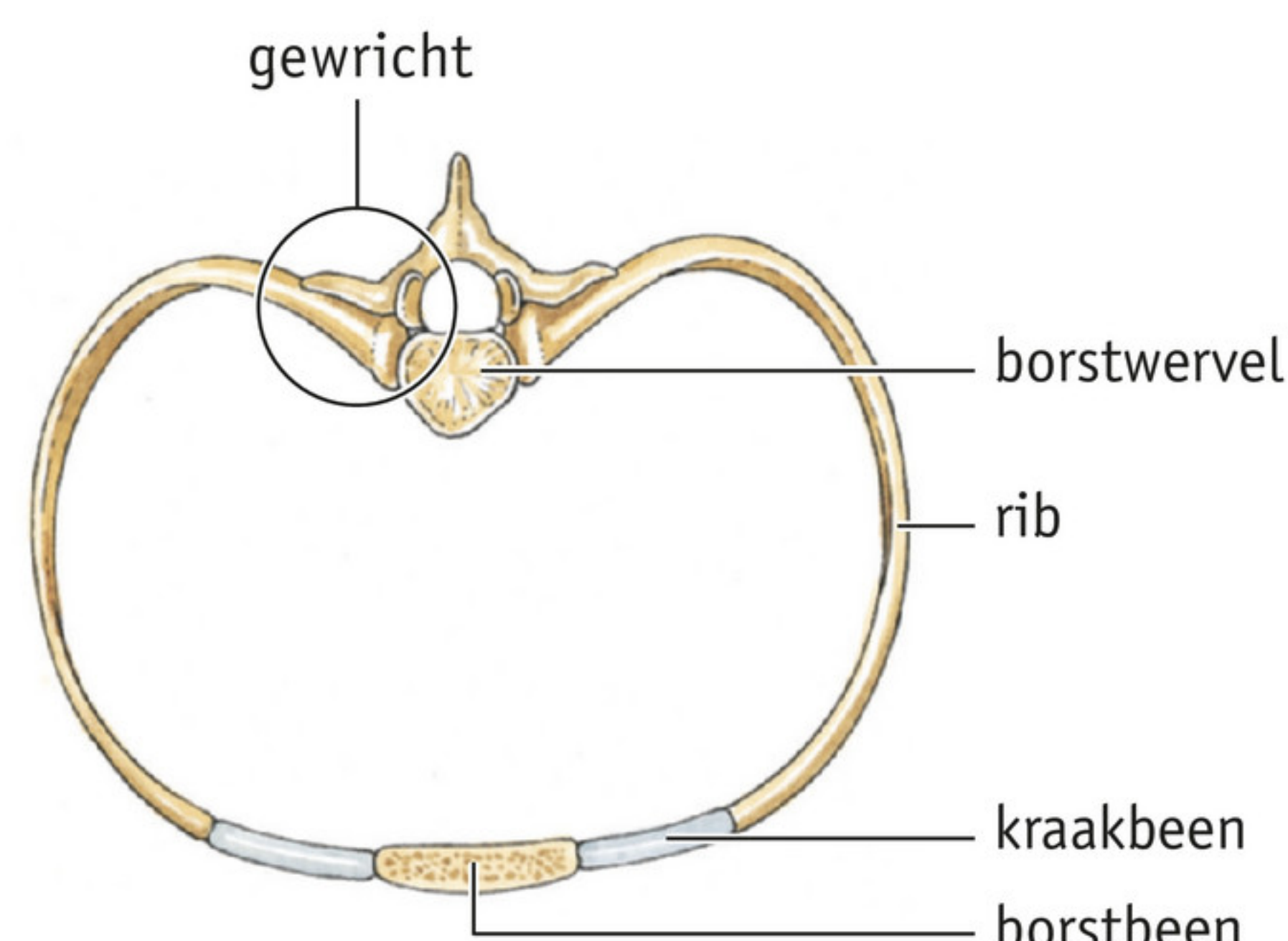
4 door gewrichten
(vingerkootjes)

- Onder aan de wervelkolom zijn enkele wervels met elkaar **vergroeid**. Ze vormen samen het heiligbeen. Daaronder zijn enkele kleinere wervels met elkaar vergroeid tot het staartbeen. Wervels die met elkaar zijn vergroeid, kunnen niet bewegen.
- De meeste schedelbeenderen zijn door een **naad** met elkaar verbonden. Ook bij deze beenverbinding is tussen de beenderen geen beweging mogelijk.
- De ribben en het borstbeen zijn door **kraakbeen** met elkaar verbonden (zie afbeelding 12). Ook tussen de wervels zit kraakbeen. Kraakbeen is buigzaam. Daardoor is er een beetje beweging mogelijk. Als je ademhaalt bijvoorbeeld, wordt je borstkas groter en kleiner.
- Beenderen kunnen ook door **gewrichten** met elkaar zijn verbonden. In je armen en benen zitten veel gewrichten. Bij gewrichten is veel beweging mogelijk.

► **Afb. 12** De borstkas van de mens.



1 vooraanzicht



2 verbindingen tussen borstwervel, ribben en borstbeen (bovenaanzicht)

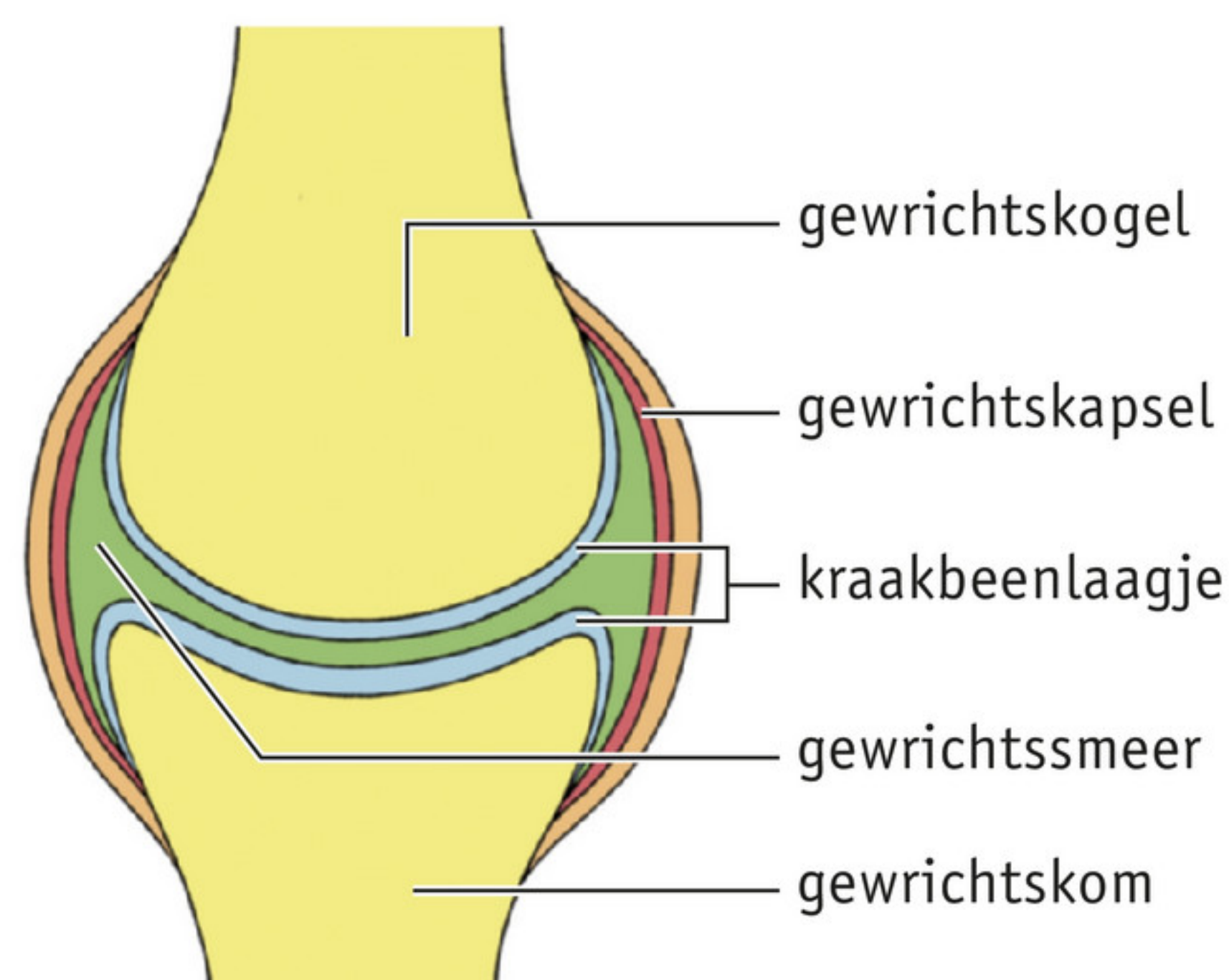
BOUW VAN EEN GEWRICHT

In afbeelding 13 zie je een schematische tekening van een gewricht. Het gewricht verbindt twee botten. Het ene bot heeft een **gewrichtskogel**. Het andere bot heeft een **gewrichtskom**. De gewrichtskogel kan bewegen in de gewrichtskom. De gewrichtskogel en de gewrichtskom zijn beide bedekt met een **kraakbeenlaagje**. Door het kraakbeen kunnen de botten soepel bewegen.

De twee botten van een gewricht zitten met het **gewrichtskapsel** aan elkaar vast. De binnenkant van het gewrichtskapsel geeft **gewrichtssmeer** af. Dat is een stroperige vloeistof die werkt als een soort smeervet. Ook door gewrichtssmeer kunnen de botten soepel bewegen.

Het gewrichtskapsel zorgt er ook voor dat de botten op hun plaats blijven. Dat merk je bijvoorbeeld als je je vingers probeert achterover te buigen (zie afbeelding 14).

► **Afb. 13** Doorsnede van een gewricht.



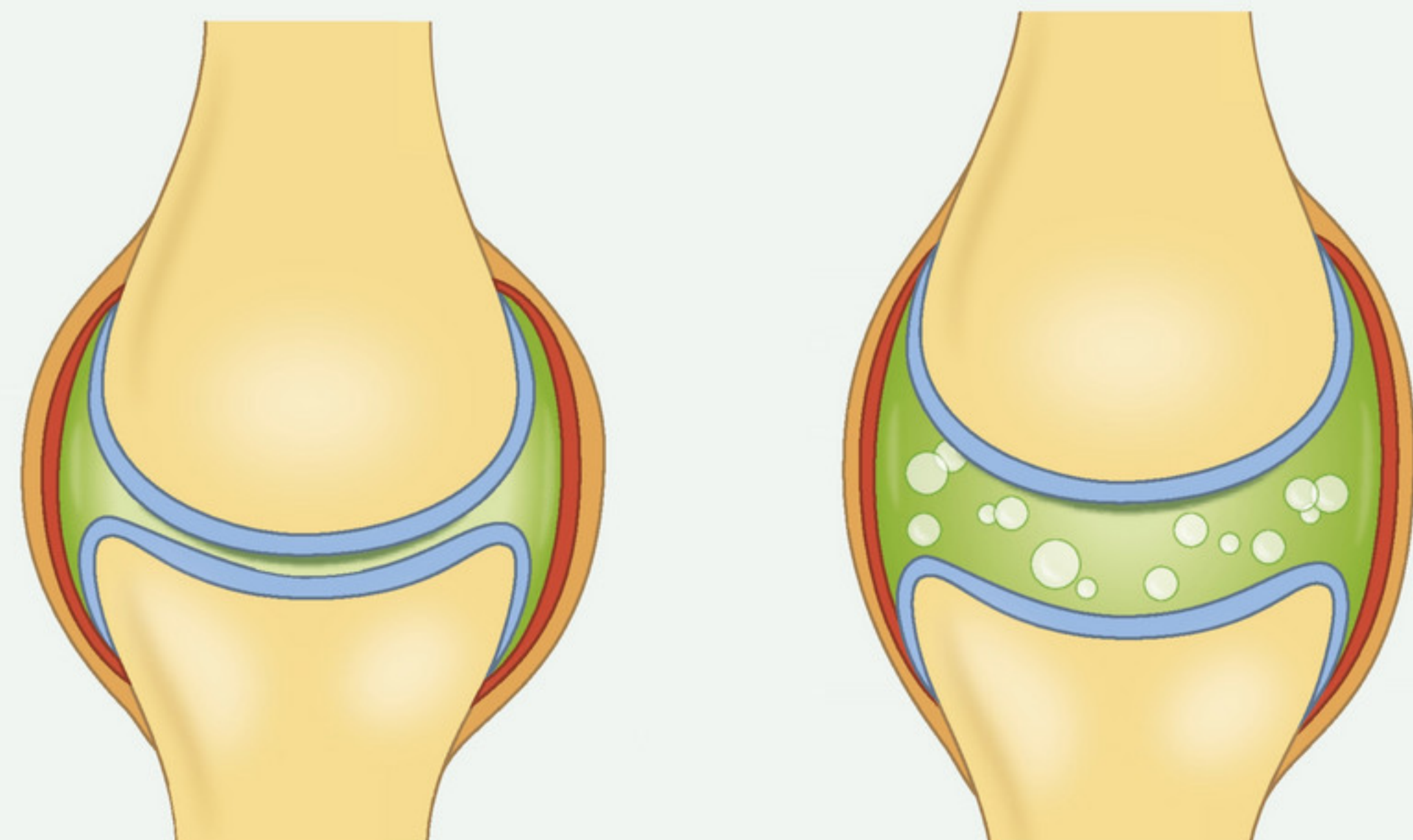
▼ **Afb. 14**

Knakkende vingers

Veel mensen vinden het een vreselijk geluid: knakkende vingers. Je kunt dit geluid horen als je aan je vingers trekt of ze achterover buigt (zie de foto). Hoe ontstaat dat knakgeluid eigenlijk? Canadese onderzoekers zochten het uit. Ze lieten een proefpersoon in een MRI-scanner liggen. Op het beeldscherm van dit apparaat zie je dan doorsneden van het lichaam op de gewenste plaats.

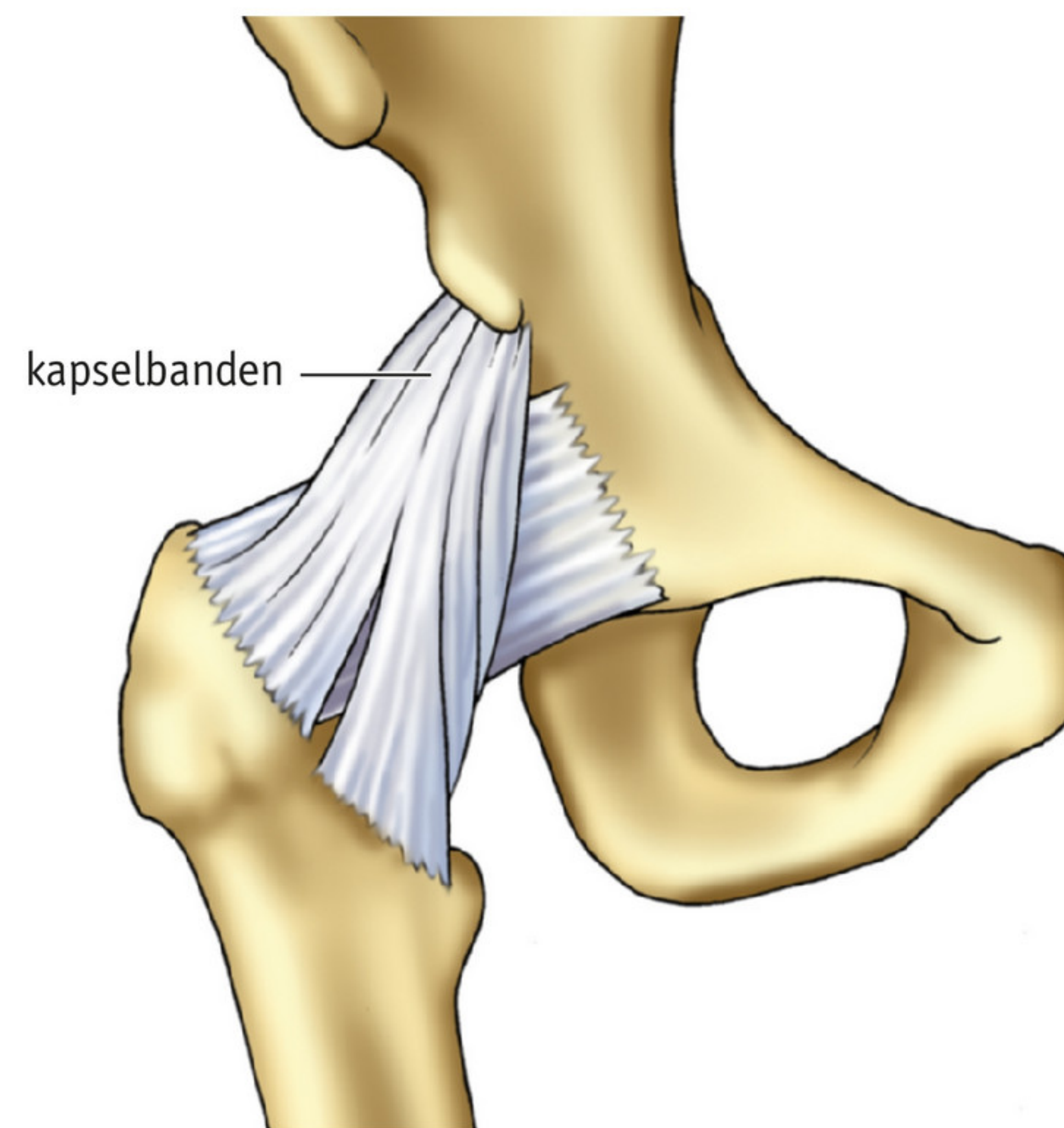


Vervolgens trokken ze langzaam aan een vinger tot die knakte. Op het beeldscherm werd zichtbaar wat er in het vingergewricht gebeurt tijdens de knak. Tijdens het trekken wordt de gewrichtsvloeistof opgerekt. Als de rek eruit is, ontstaan holten in de gewrichtsvloeistof en hoor je een knakgeluid.

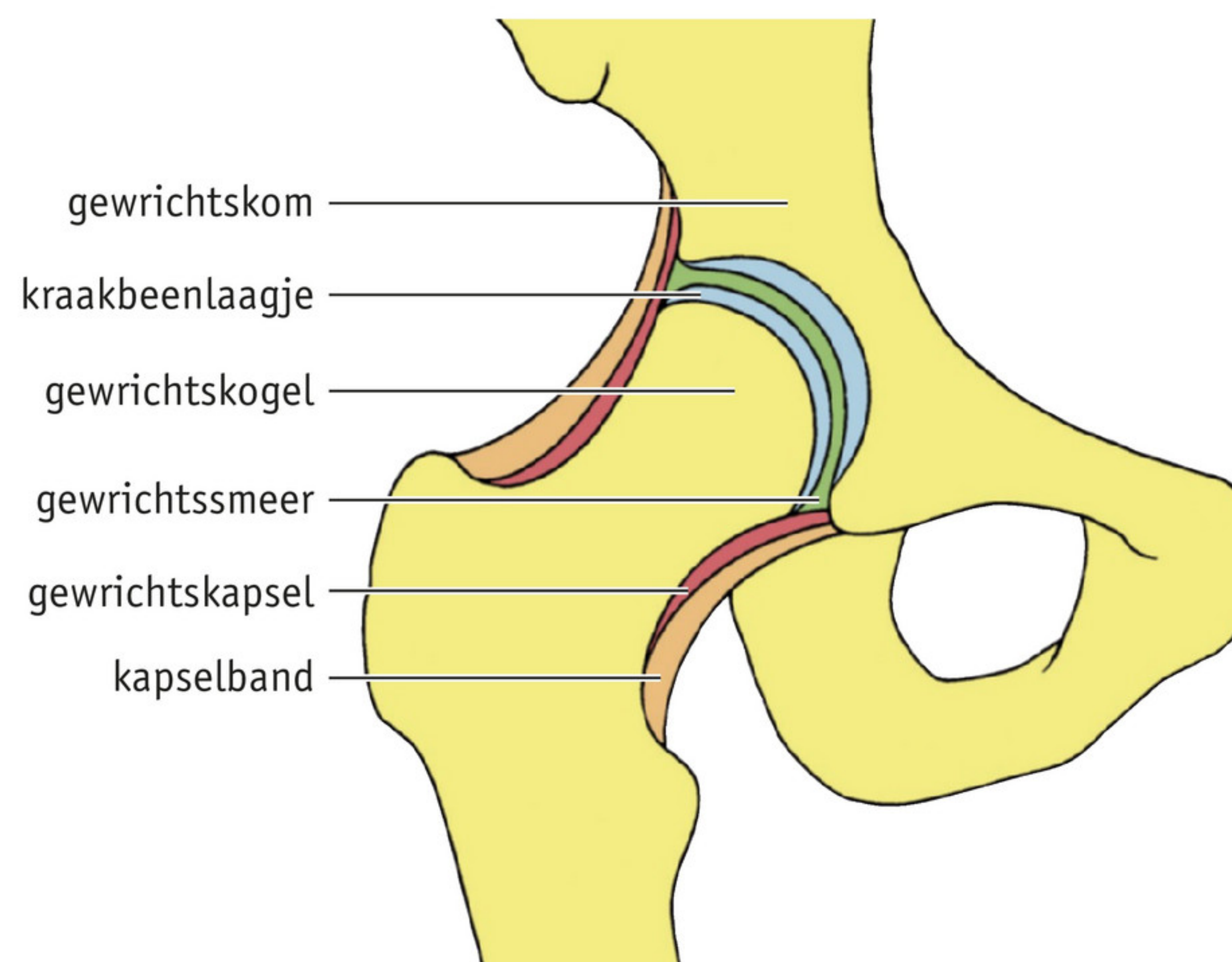


Bij veel gewrichten zitten stevige **kapselbanden** om het gewricht heen (zie afbeelding 15). Deze kapselbanden helpen mee de botten op hun plaats te houden.

► **Afb. 15** Een gewricht met kapselbanden (schematisch).



1 buitenaanzicht van het gewricht



2 doorsnede van het gewricht

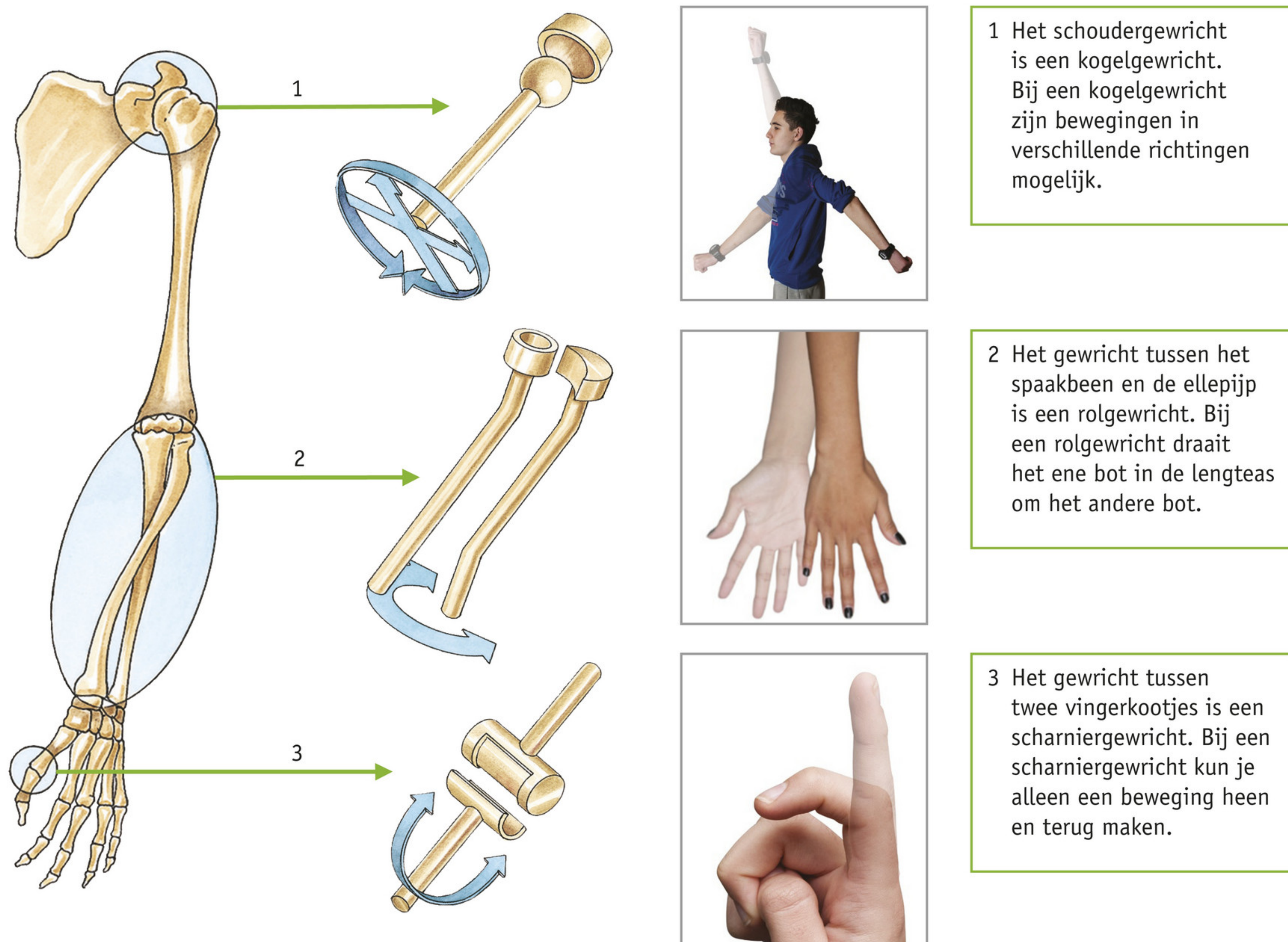
TYPEN GEWRICHTEN

Gewrichten zijn niet allemaal hetzelfde. In afbeelding 16 zie je drie typen gewrichten: kogelgewrichten, scharniergewrichten en rolgewrichten.

- Bij een **kogelgewricht** draait de gewrichtskogel van het ene bot in de gewrichtskom van het andere bot. Bij een kogelgewricht is beweging mogelijk in verschillende richtingen. Ook een draaiende beweging is mogelijk. Met je schoudergewricht bijvoorbeeld kun je een draaiende beweging maken. Probeer maar.
- Bij een **rolgewricht** draait het ene bot in de lengteas om het andere bot. Het gewricht tussen spaakbeen en ellepijp in de arm is een rolgewricht. Door de beweging van spaakbeen en ellepijp kun je de palm (binnenkant) van je hand naar voren of naar achter houden. Probeer maar.
- Bij een **scharniergewricht** beweegt het ene bot als een scharnier ten opzichte van het andere bot. Hierbij kun je alleen een beweging heen en terug maken. Een draaiende beweging is niet mogelijk. Met de gewrichten in de vingers bijvoorbeeld kun je je vingers alleen heen en terug bewegen. Met je ellebooggewricht kun je je arm alleen buigen en strekken. Zijwaartse bewegingen van de onderarm maak je vanuit het schoudergewricht. Probeer maar.

WB OPDRACHT 12 T/M 18 BLZ. 114

▼ Afb. 16 Drie typen gewrichten.



1 Het schoudergewricht is een kogelgewricht. Bij een kogelgewricht zijn bewegingen in verschillende richtingen mogelijk.

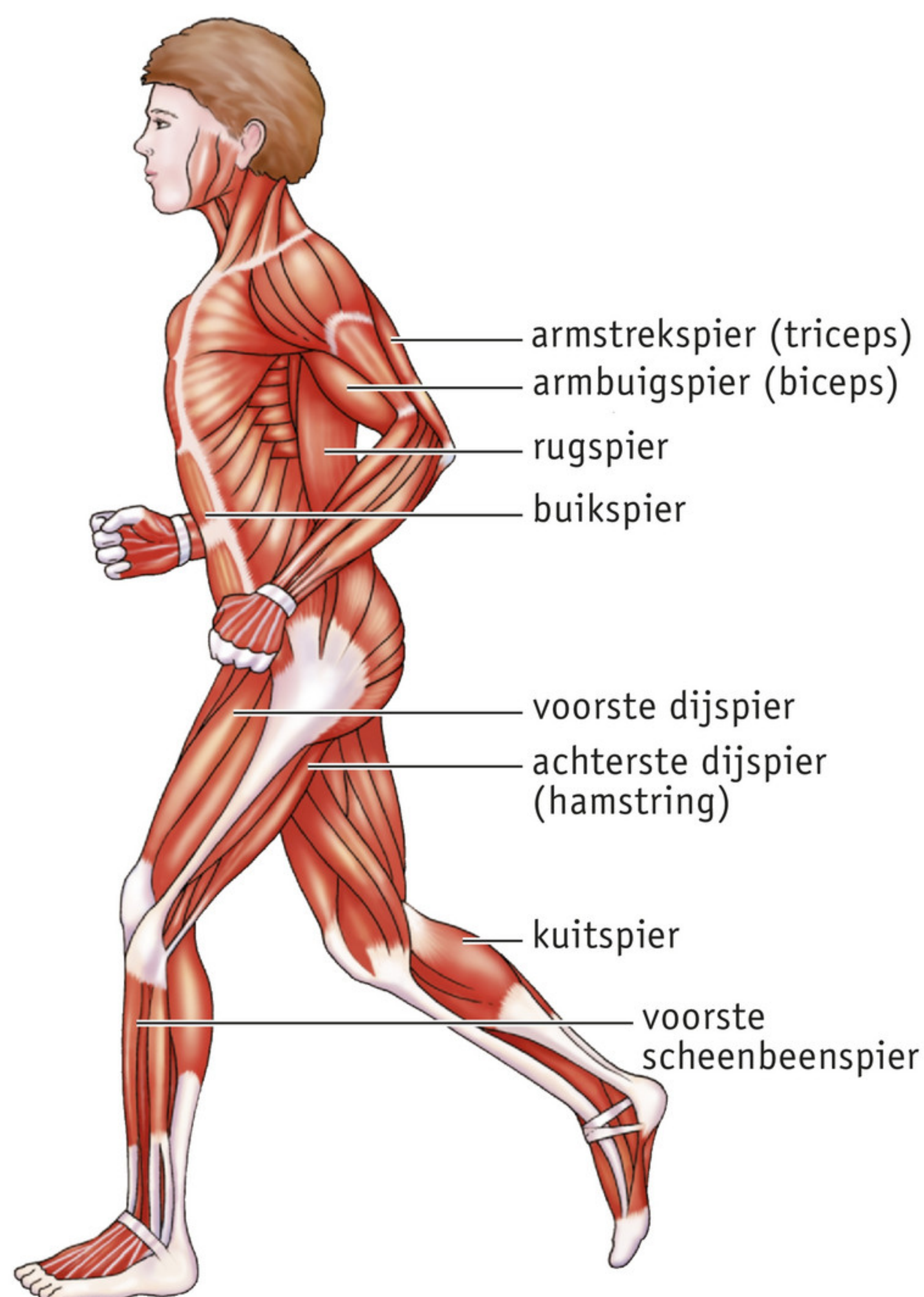
2 Het gewricht tussen het spaakbeen en de ellepijp is een rolgewricht. Bij een rolgewricht draait het ene bot in de lengteas om het andere bot.

3 Het gewricht tussen twee vingerkootjes is een scharniergewricht. Bij een scharniergewricht kun je alleen een beweging heen en terug maken.

4 Spieren

Met je spieren beweeg je je lichaam. Al je spieren samen vormen je spierstelsel (zie afbeelding 17).

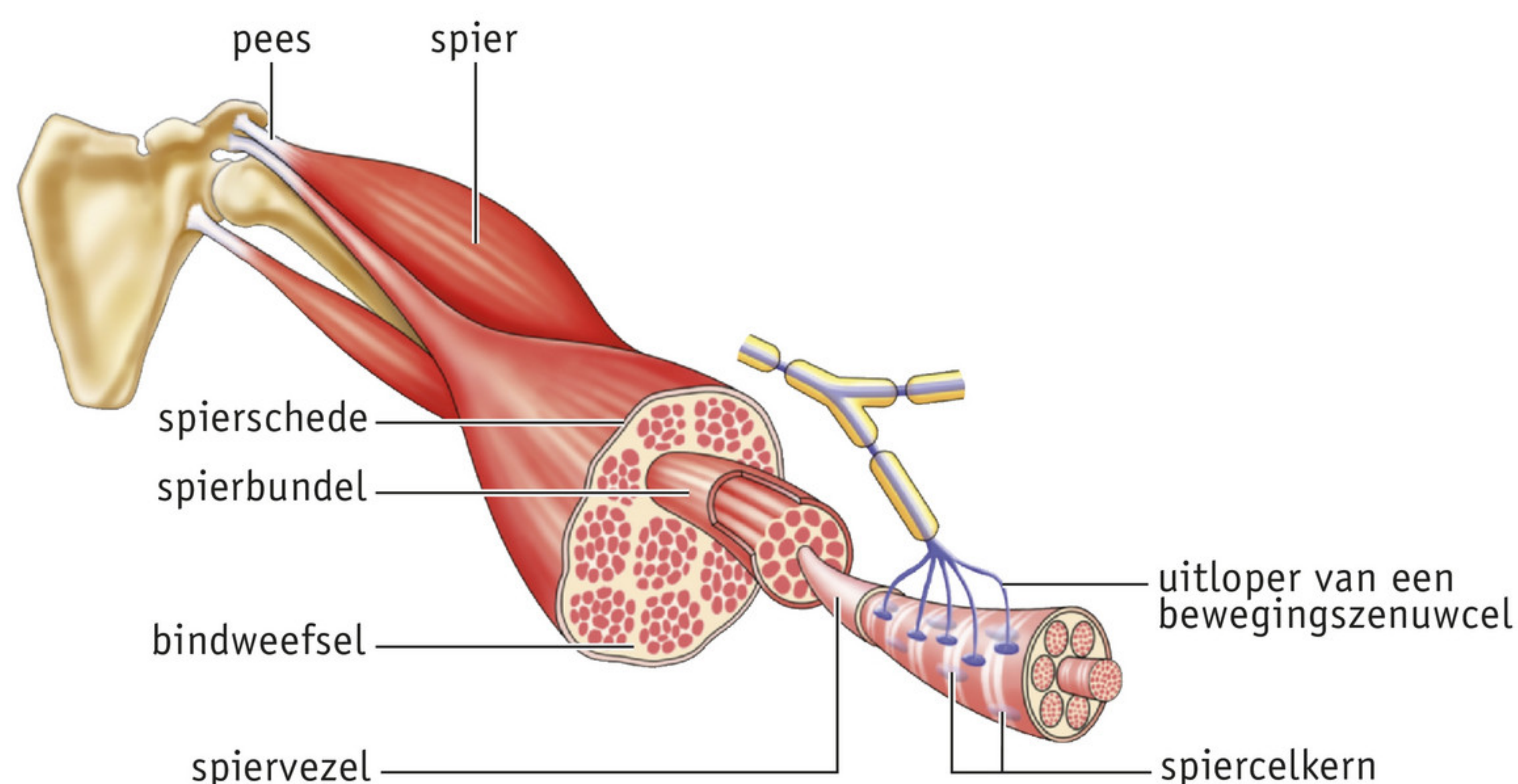
► **Afb. 17** Het spierstelsel van de mens.

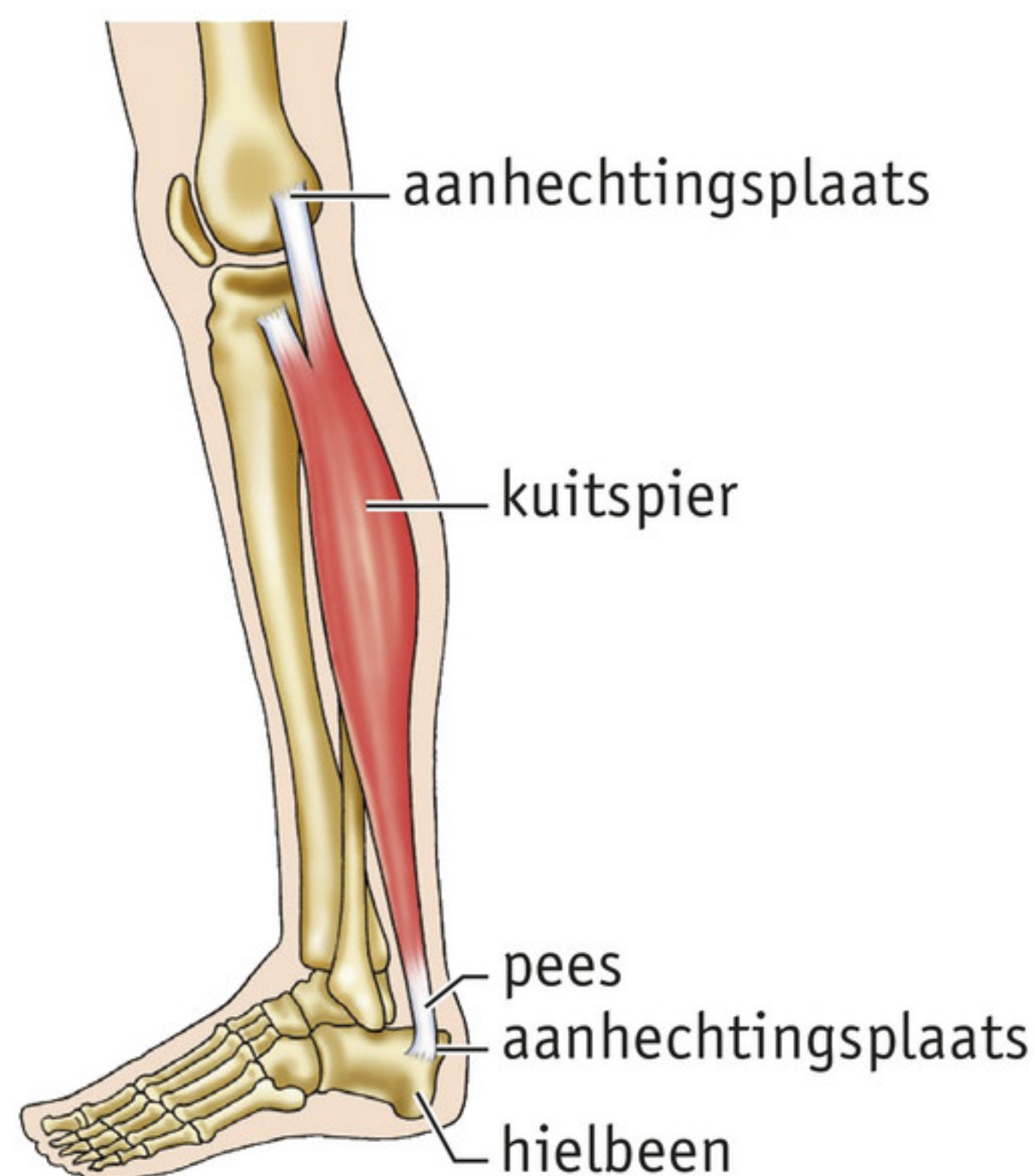


BOUW VAN EEN SPIER

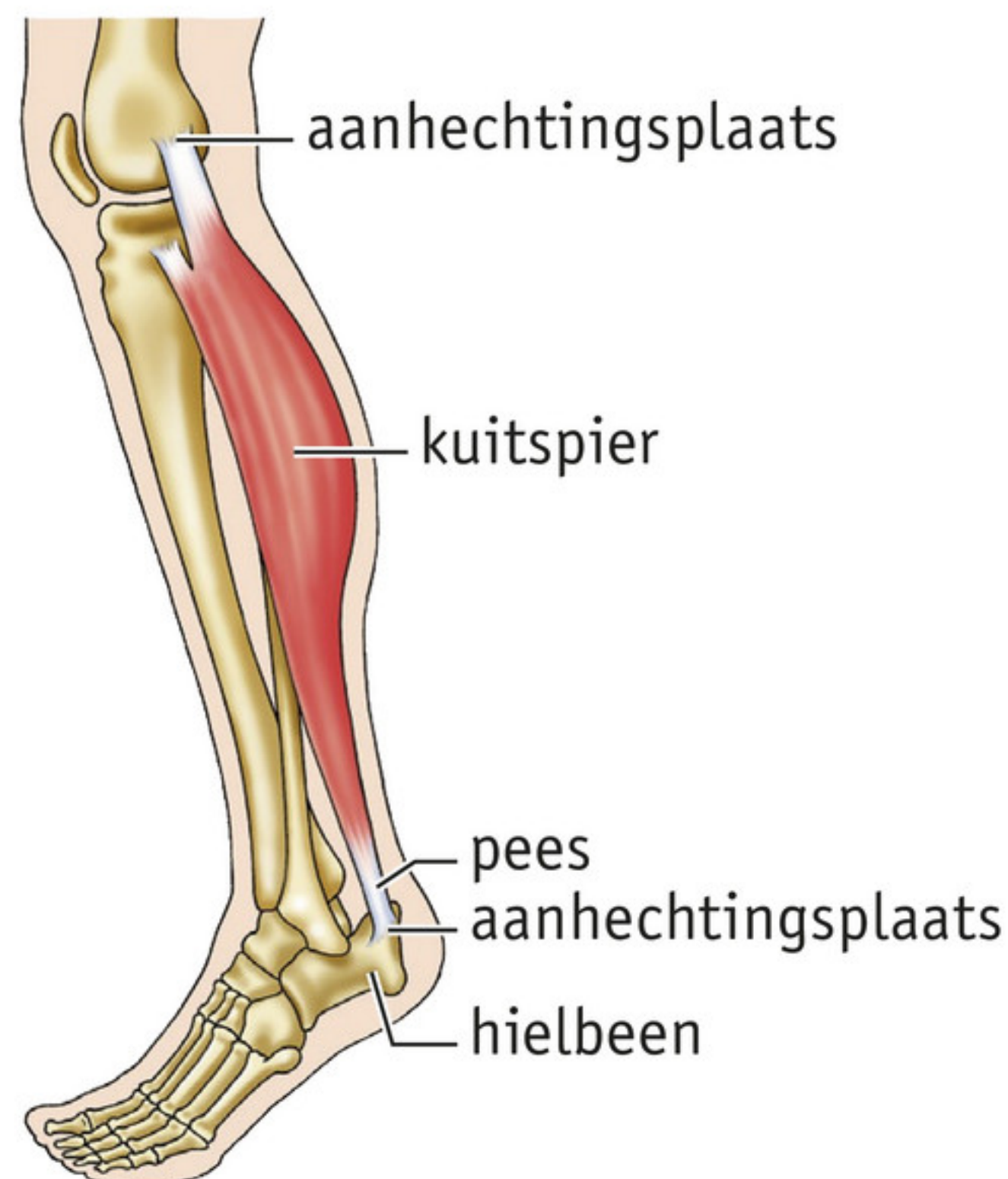
In afbeelding 18 is de bouw van een spier schematisch getekend. Een spier zit met **pezen** aan beenderen vast. Om de spier heen ligt een laag **bindweefsel**: de **spierschede**. Het bindweefsel geeft een spier stevigheid. Aan de beide uiteinden van de spier gaat het bindweefsel van de spierschede over in de pezen.

► **Afb. 18** De bouw van een spier (schematisch).



▼ **Afb. 19** De kuitspier.

1 kuitspier ontspannen



2 kuitspier samengetrokken

► **Afb. 20** Bovenarmspieren.

Een spier bestaat uit een aantal **spierbundels**. Elke spierbundel is ook omgeven door bindweefsel. Een spierbundel bestaat uit een aantal **spiervezels**. Elke spiervezel is ontstaan door samensmelting van vele spiercellen. Een spiervezel bevat dan ook veel celkernen.

WERKING VAN EEN SPIER

In thema 5 Regeling heb je geleerd dat impulsen via bewegingszenuwcellen naar spieren worden geleid. Door deze impulsen trekken spiervezels zich samen. Hierdoor worden de spiervezels korter. Als enkele spiervezels van een spier zich samentrekken, wordt de spier korter. Voor het samentrekken is energie nodig. Bij grote inspanningen trekken veel spiervezels samen. Er vindt dan veel verbranding plaats. Daarvoor zijn veel voedingsstoffen en zuurstof nodig.

De plaats waar een pees aan een bot vastzit, heet de **aanhechtingsplaats** (zie afbeelding 19). Een spier kan zich samentrekken. Een pees kan dat niet. Als een spier zich samentrekt, wordt de spier korter en dikker. De spier trekt dan de botten waar de spier aan vastzit, naar elkaar toe. Zo ontstaat een beweging.

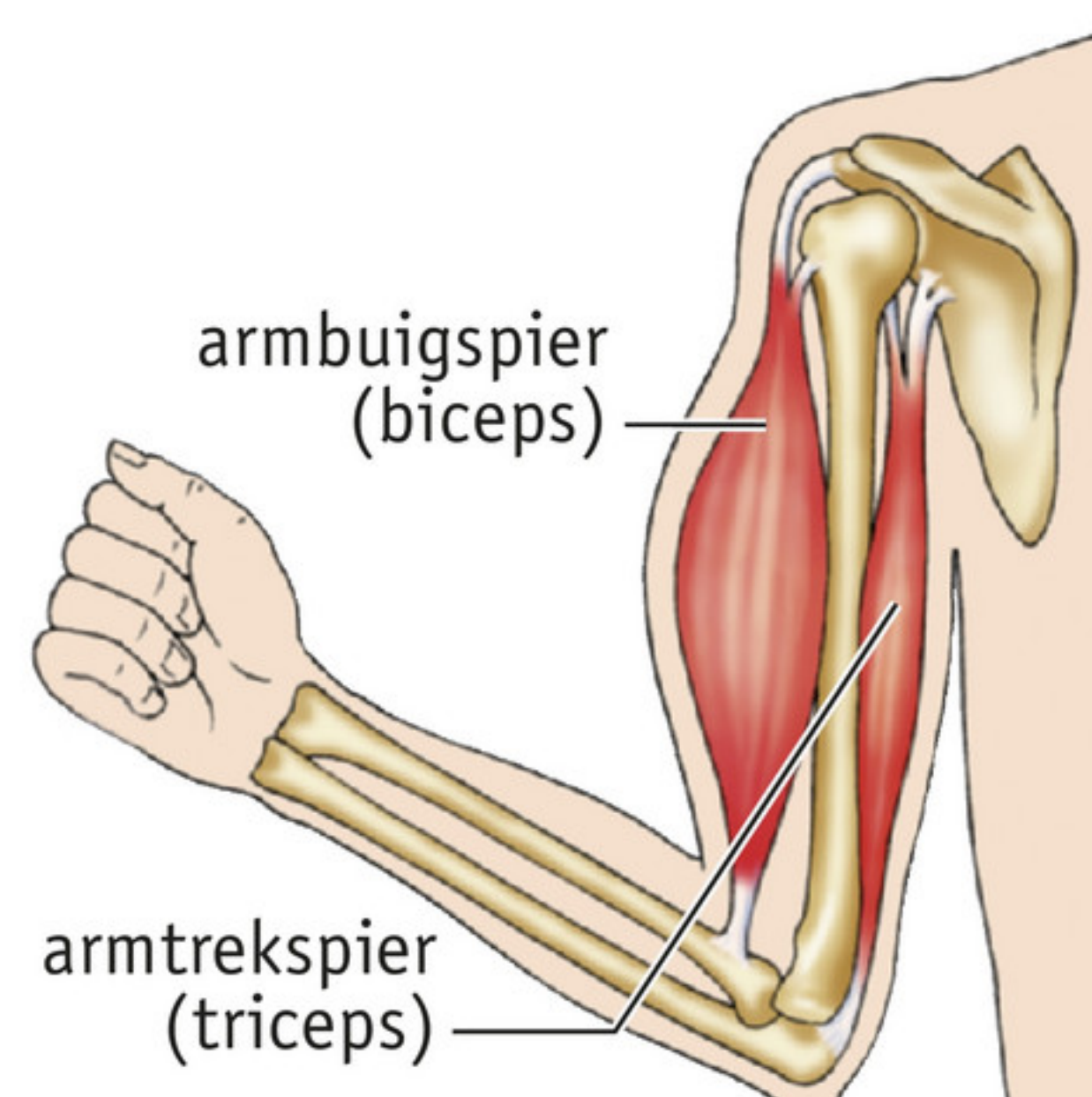
In afbeelding 19 zie je wat er gebeurt als de kuitspier zich samentrekt. De kuitspier wordt korter. Daardoor wordt de afstand tussen de aanhechtingsplaatsen kleiner. Het hielbeen beweegt in de richting van het dijbeen. Hierdoor strekt je voet. Je lichaam komt omhoog.

ANTAGONISTEN

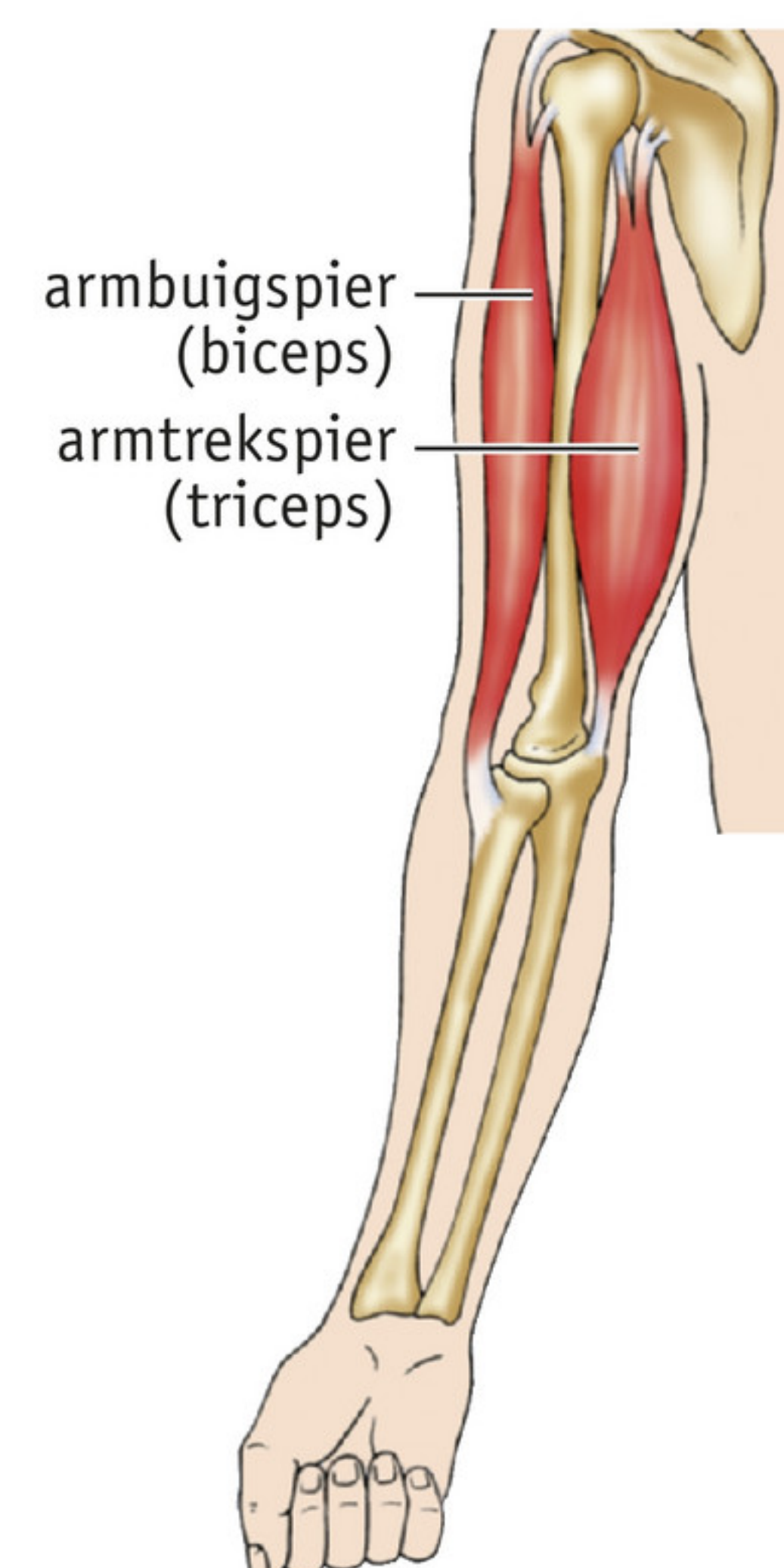
In afbeelding 20 zie je de spieren in de bovenarm. Je kunt met deze spieren je onderarm bewegen. De ene spier is de **biceps**. Als deze zich samentrekt, buigt je arm. De biceps heet daarom ook wel de **armbuigspier**.

Een spier kan zich alleen samentrekken. De biceps kan de onderarm niet terugduwen in gestrekte stand. Om de arm weer te strekken, is een tweede spier nodig. De spier die de onderarm strekt, heet **triceps** of **armstrekspier**. Je noemt spieren waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft **antagonisten**.

WB OPDRACHT 19 T/M 23 BLZ. 119



1 arm gebogen



2 arm gestrekt

5 Houding en beweging

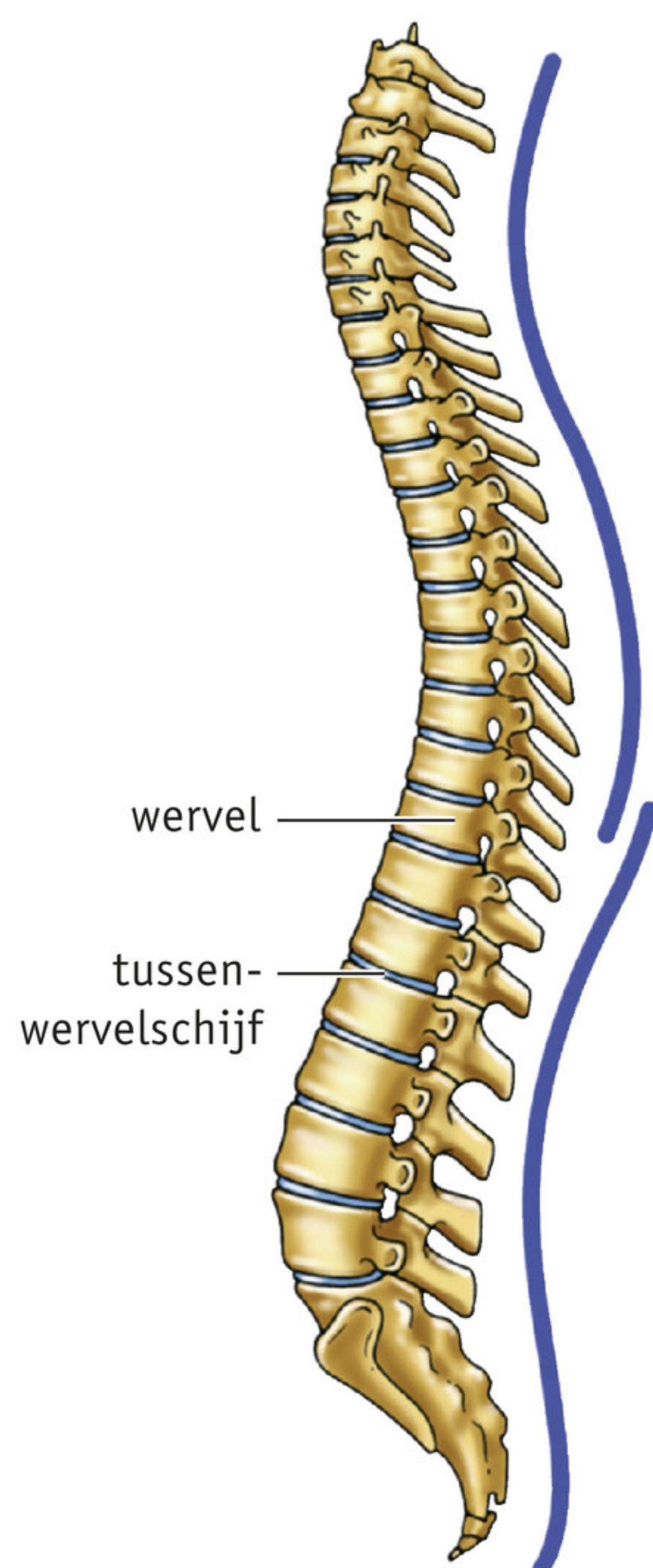
Veel mensen hebben weleens klachten die te maken hebben met het skelet of de spieren. Een goede lichaamshouding kan nek- en rugklachten verminderen en zelfs voorkomen. Vaak ontstaat een slechte lichaamshouding al tijdens de jeugd. Leer jezelf daarom nu al een goede lichaamshouding aan. Dat kan later pijn voorkomen.

WERVELKOLOM

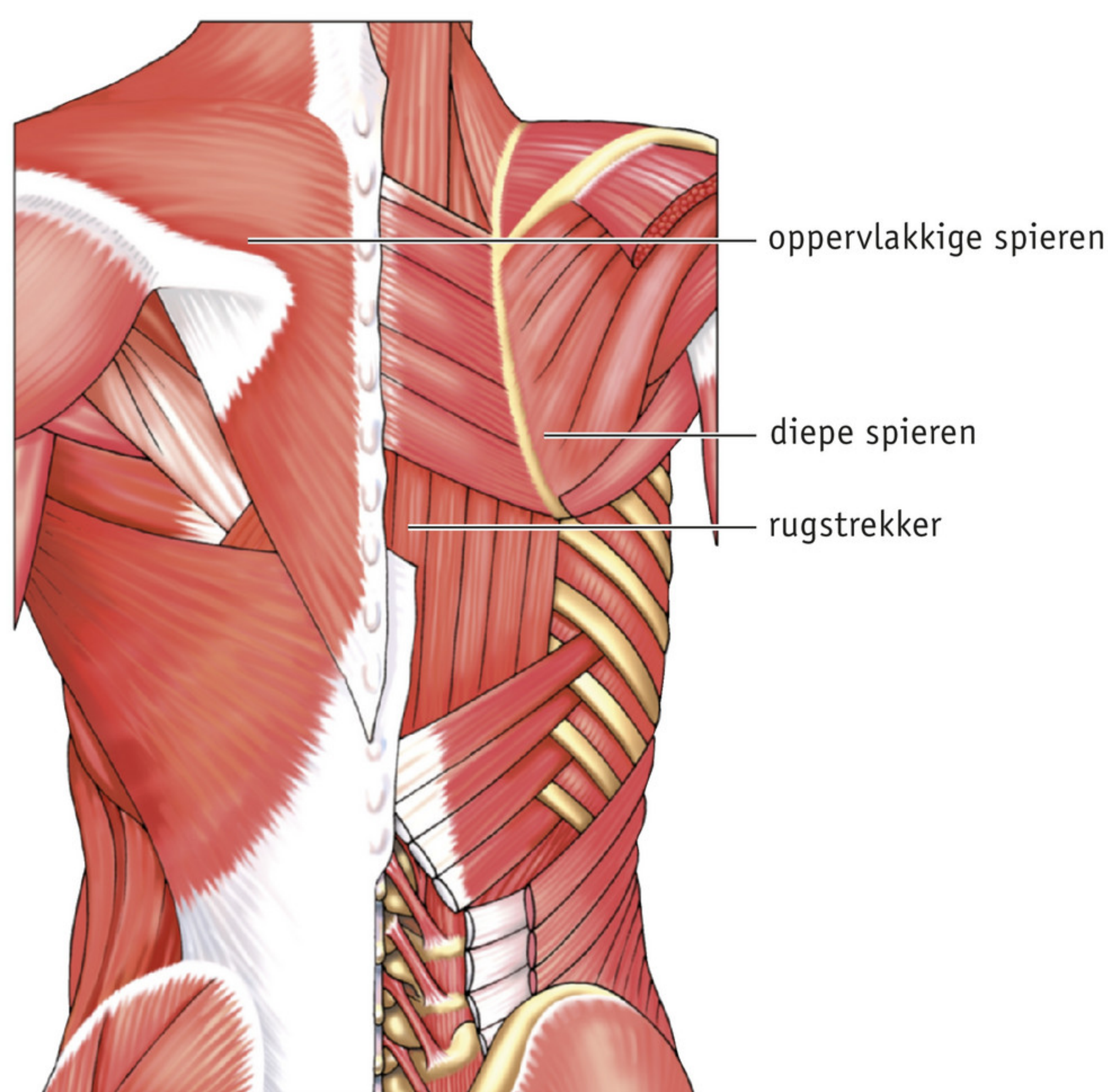
De wervelkolom bestaat uit wervels met tussen de wervels steeds een schijfje kraakbeen. De schijfjes kraakbeen heten **tussenwervelschijven** (zie afbeelding 21). Door de tussenwervelschijven is de rug een beetje beweeglijk. Tussenwervelschijven werken ook als schokbrekers.

De vorm van de wervelkolom lijkt op tweemaal de letter S boven elkaar (zie afbeelding 21). We zeggen dat de wervelkolom een **dubbele-S-vorm** heeft. Deze vorm wordt in stand gehouden door **rugspieren** die aan de wervels zijn bevestigd (zie afbeelding 22). Door de dubbele-S-vorm en de tussenwervelschijven is de wervelkolom veerkrachtig. Daardoor worden schokken tijdens het lopen opgevangen.

▼ **Afb. 21** De wervelkolom met dubbele-S-vorm.



▼ **Afb. 22** Rugspieren houden de rug rechtop.



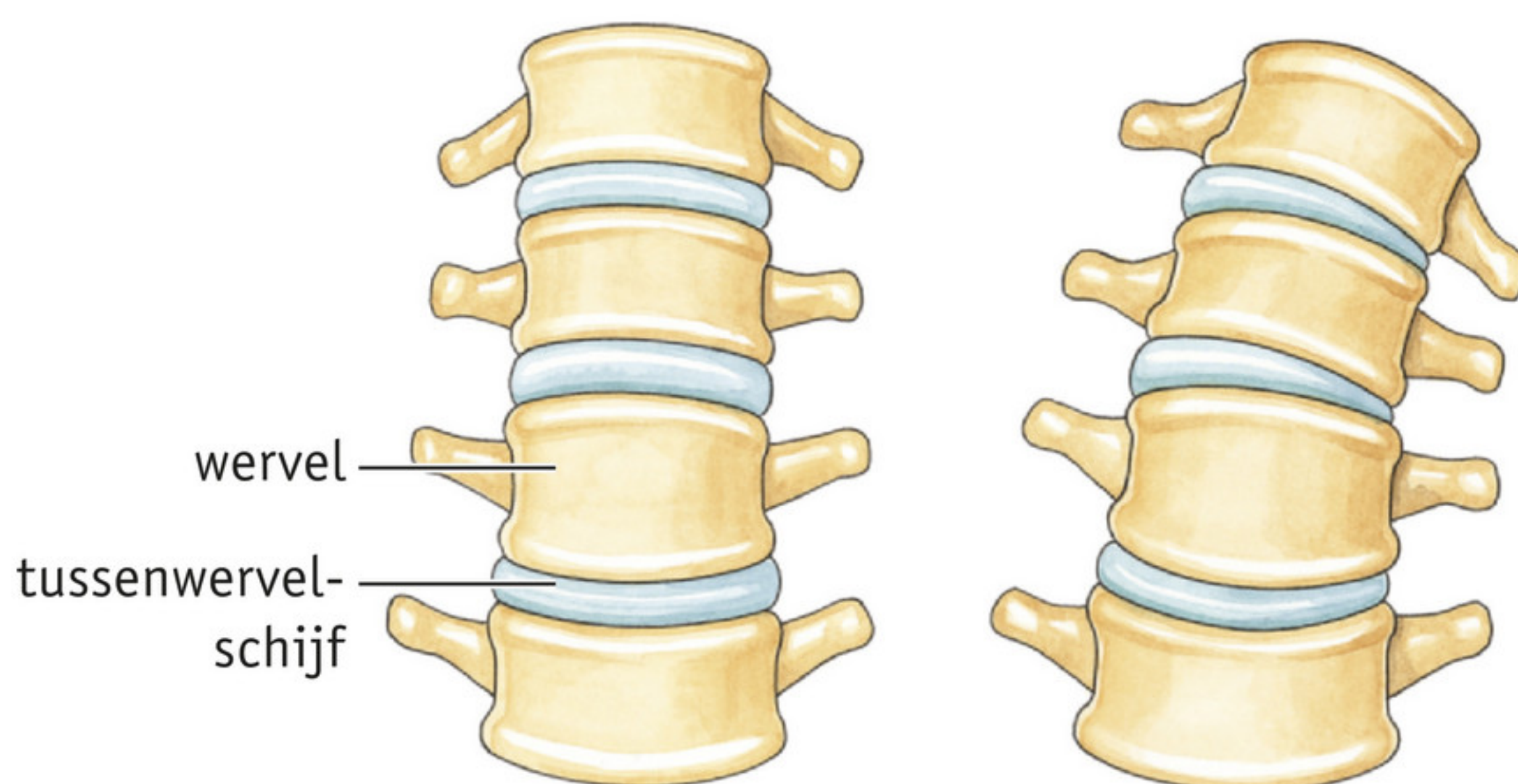
- ▼ **Afb. 23** Pijn door kramp. De spieren onder in de rug zijn overbelast geraakt.



LICHAAMSHOUDING

Door een verkeerde **lichaamshouding** kan de wervelkolom scheef komen te staan. Hierdoor wordt de ene kant van de wervelkolom meer belast dan de andere. Sommige spieren moeten dan harder werken. De spieren kunnen dan **overbelast** raken. Er kan kramp in de rugspieren ontstaan (zie afbeelding 23). Ook worden de tussenwervelschijven dan aan één kant meer belast (zie afbeelding 24.2). Ze kunnen dan wat van hun veerkracht verliezen. Je hebt dan meer kans op nek- en rugklachten. Het kan zelfs voorkomen dat een tussenwervelschijf kapotgaat.

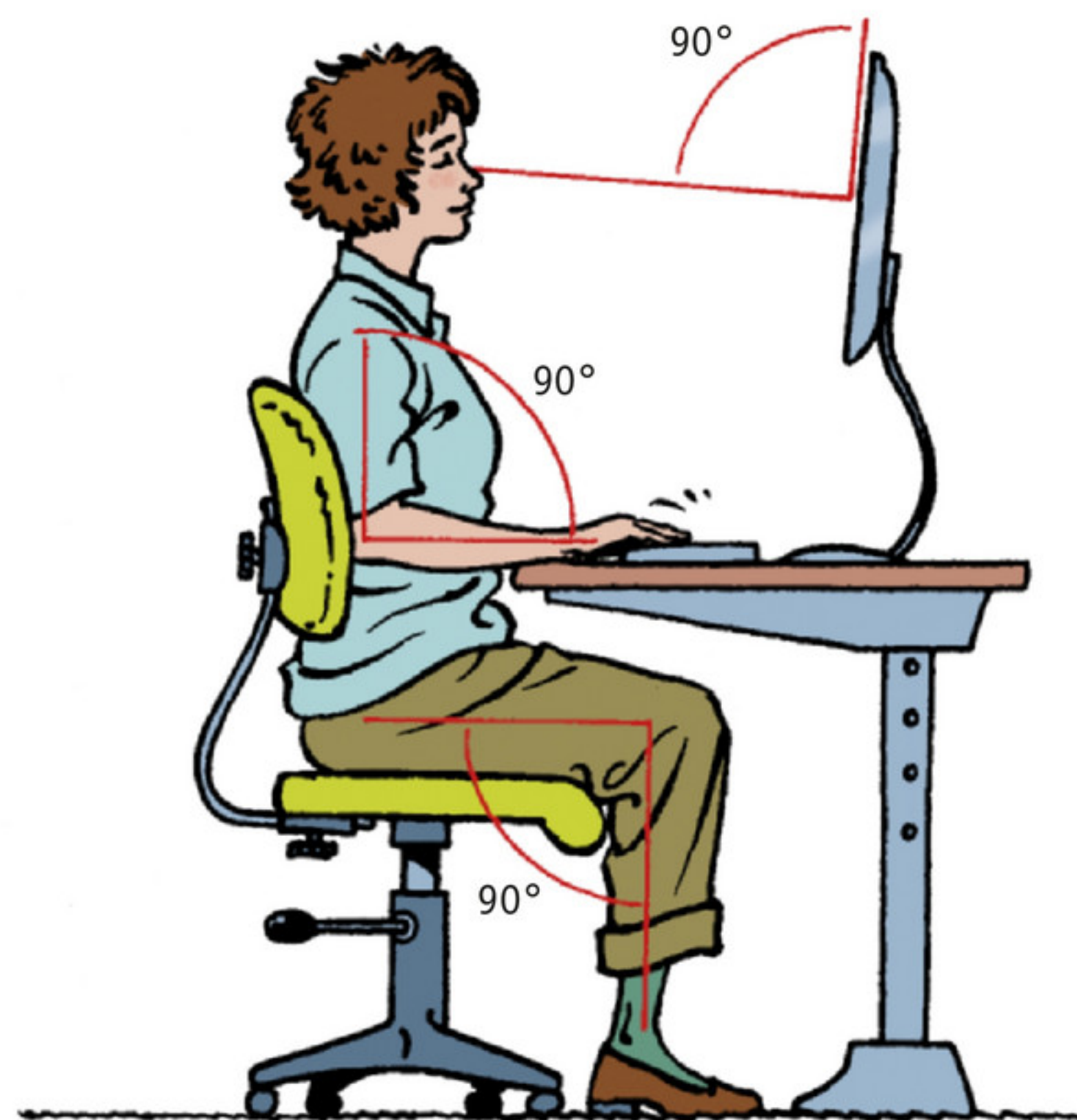
- ▼ **Afb. 24** Wervels en tussenwervelschijven.



1 rechte rug

2 gebogen rug

- ▼ **Afb. 25** Een goede zithouding.

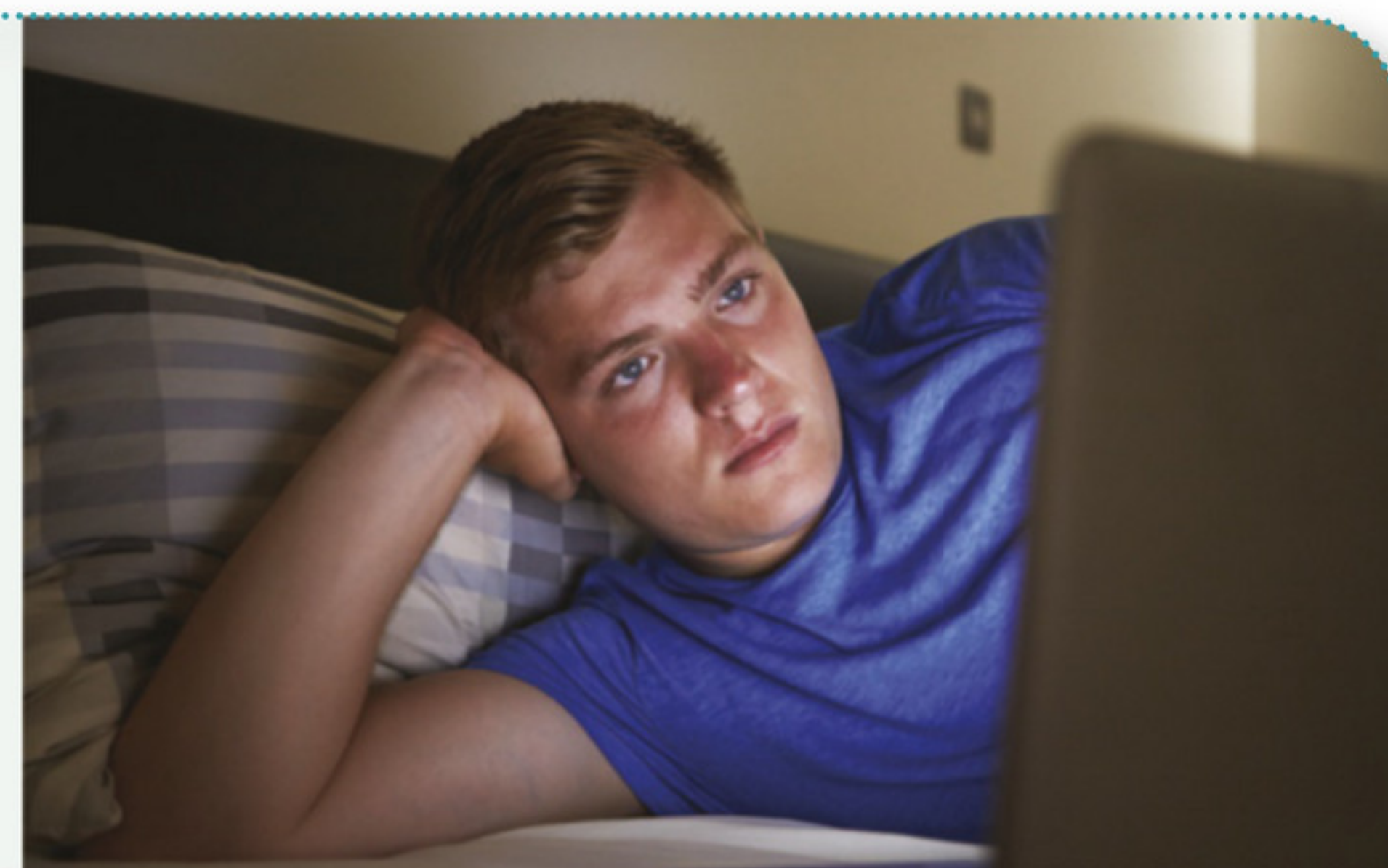


De kans op nek- en rugklachten verminder je met een goede lichaamshouding, zoals goed rechtop staan. Ook een goede **zithouding** is belangrijk (zie afbeelding 25). Let op dat je wervels niet scheef komen te staan. Zit rechtop, vooral als je lang dezelfde houding aanneemt. Bijvoorbeeld bij het gebruik van je smartphone, computer of tablet (zie afbeelding 26).

- ▼ **Afb. 26**

Gamer

Tim is een echte gamer. 'Ik speel vaak met vrienden *League of legends*. Het is een verslavend spel. Ik zit al snel een paar uur achter mijn laptop te spelen.' 's Avond in bed speel ik soms lang achter elkaar en vergeet ik de tijd. Als ik daarna opsta, voel ik dat in mijn nek en rug.'



TILLEN

Veel mensen die vaak en zwaar moeten tillen, krijgen op latere leeftijd rugklachten. Dit komt vaak doordat ze niet op de juiste manier tillen. Ook bij tillen is het belangrijk dat de wervelkolom zo veel mogelijk de dubbele-S-vorm houdt. In afbeelding 27 staan zes regels voor verstandig tillen. Luister bij het tillen altijd naar je lichaam. Neem signalen serieus. Beginnende klachten kunnen snel erger worden. Je voelt zelf het best wat je rug wel en niet kan hebben.

▼ **Afb. 27** Zes regels voor verstandig tillen.



1 Buk en til niet onnodig.



2 Til niet te veel in één keer.



3 Til nooit met gedraaide rug. Sta steeds recht voor de last. Verplaats je voeten als je moet draaien.



4 Til met twee handen. Houd de last zo dicht mogelijk bij je lichaam.



5 Buig niet verder voorover dan noodzakelijk. Gebruik ook je beenspieren bij het tillen.



6 Voorkom dat je moet reiken. Til niet hoger dan schouderhoogte.

BEWEGING

Door regelmatige lichaamsbeweging blijf je fitter en gezonder. De kans is veel groter om ziekten zoals diabetes te krijgen als je weinig beweegt.

Je krijg ook een goede **conditie** als je regelmatig aan lichaamsbeweging doet. Ook word je sterker door beweging. Ongetrainde spieren raken ook eerder overbelast dan getrainde spieren. Met sterke rug- en buikspieren heb je minder snel last van rugpijn.

Bovendien ontspan je meer door lichaamsbeweging. Als je lichamelijk fit bent, kun je geestelijk veel aan.

6 Blessures

Heel vervelend: vlak voor een belangrijke wedstrijd loop je een blessure op. Had je dat niet kunnen voorkomen? In deze basisstof leer je daar meer over.

BLESSURES AAN SPIEREN

Een **blessure** is een lichamelijk letsel dat je oploopt bij het sporten. Een mens bestaat voor een groot deel uit spieren (zie afbeelding 28). De meest voorkomende blessure aan spieren is **spierpijn**. Spierpijn krijg je als je je spieren meer dan normaal hebt belast. Het duurt meestal een paar dagen. Als de spierpijn langer dan een week aanhoudt, kun je beter naar een dokter gaan.

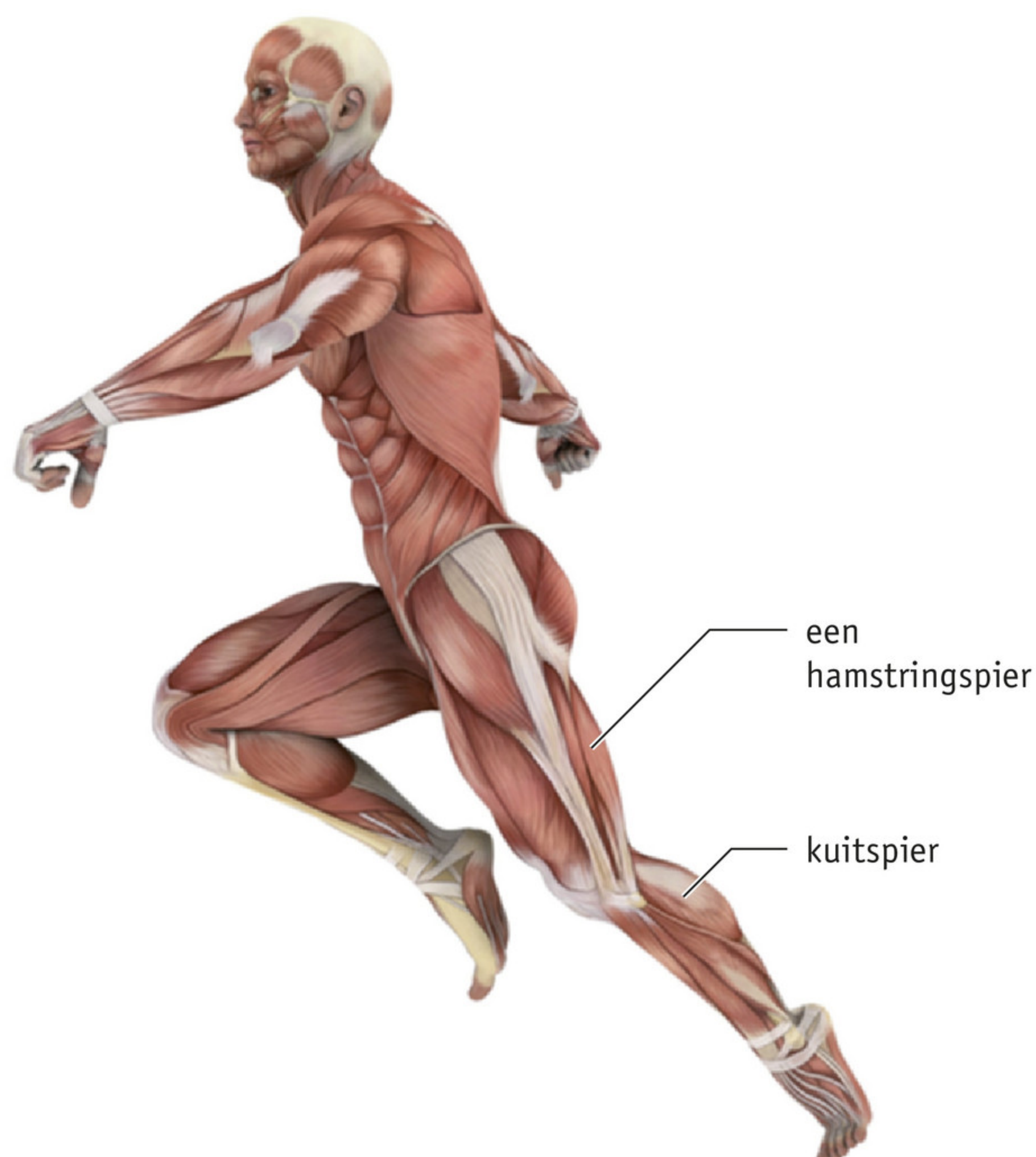
Door een te sterke inspanning of een plotselinge beweging kun je een **spierscheuring** oplopen. Een scheuring van een kuitspier heet 'zweepslag'. Gescheurde hamstringspieren in je bovenbeen (zie afbeelding 28) komen vaak voor. Een gescheurde spier geneest meestal door rust. Tijdens de rustperiode is het wel verstandig de spier regelmatig te bewegen.

Spierkramp komt ook veel voor. Bij **spierkramp** trekken de spiervezels van een spier allemaal tegelijk sterk samen. Hierdoor doet de spier pijn. Het lukt niet de spier weer uit te rekken. De spier kan uit de kramp worden gehaald door de spier geleidelijk met de hand uit te rekken. Spierkramp kan ontstaan doordat er te weinig bloed naar de spier stroomt.

▼ **Afb. 28** Gemiddeld percentage spiermassa.



1 bij een jonge vrouw 38%



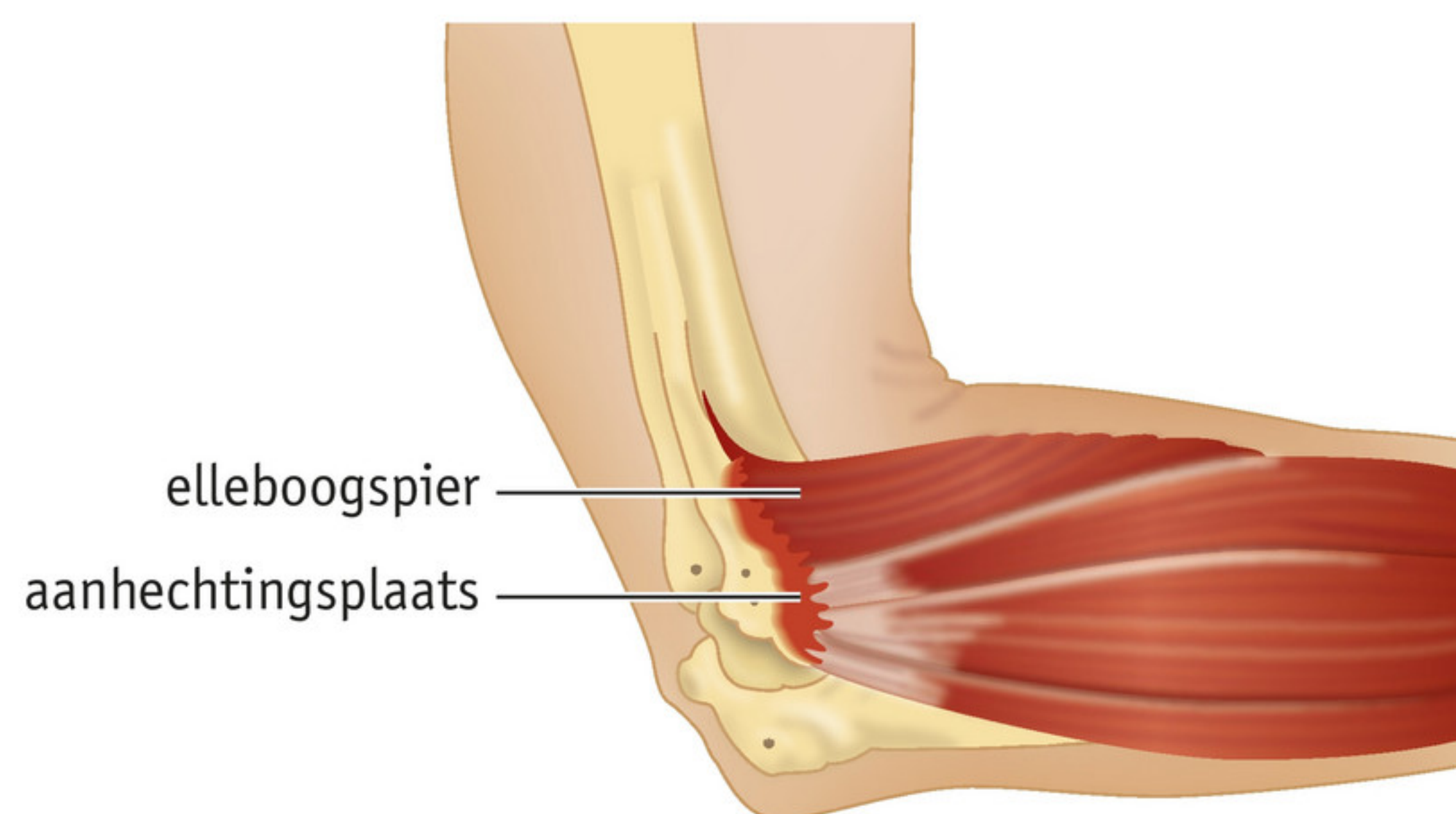
2 bij een jonge man 50%

TENNISARM

Andere veelvoorkomende blessures zijn **ontstekingen** van de aanhechtingsplaatsen (pezen) van spieren. Deze ontstekingen ontstaan meestal door overbelasting van de spieren. Een voorbeeld hiervan is een **tennisarm** (tenniselleboog). Vaak is bij een tennisarm de aanhechtingsplaats van de elleboogspier ontstoken. Vooral het botuitsteeksel bij de elleboog doet dan pijn (zie afbeelding 29). Een tennisarm geneest meestal door rust. Maar je moet de arm dan niet stilhouden.

Een tennisarm is een voorbeeld van **RSI**. Dit is een verzamelnaam voor allerlei klachten die ontstaan door te vaak achter elkaar dezelfde beweging te maken. Door een bepaald beroep of door veel beeldschermgebruik kun je last krijgen van RSI. Met een goede houding en voldoende rust kun je de kans op RSI verminderen.

► **Afb. 29** Een tennisarm.



BLESSURES AAN BOTTEN

Bij wielrenners komen door valpartijen vaak **botbreuken** voor, vooral van het sleutelbeen. Bij voetballers komen breuken van scheenbeen en kuitbeen voor. Dit komt meestal door te ruw spel. Op röntgenfoto's zijn botbreuken goed te zien (zie afbeelding 30).

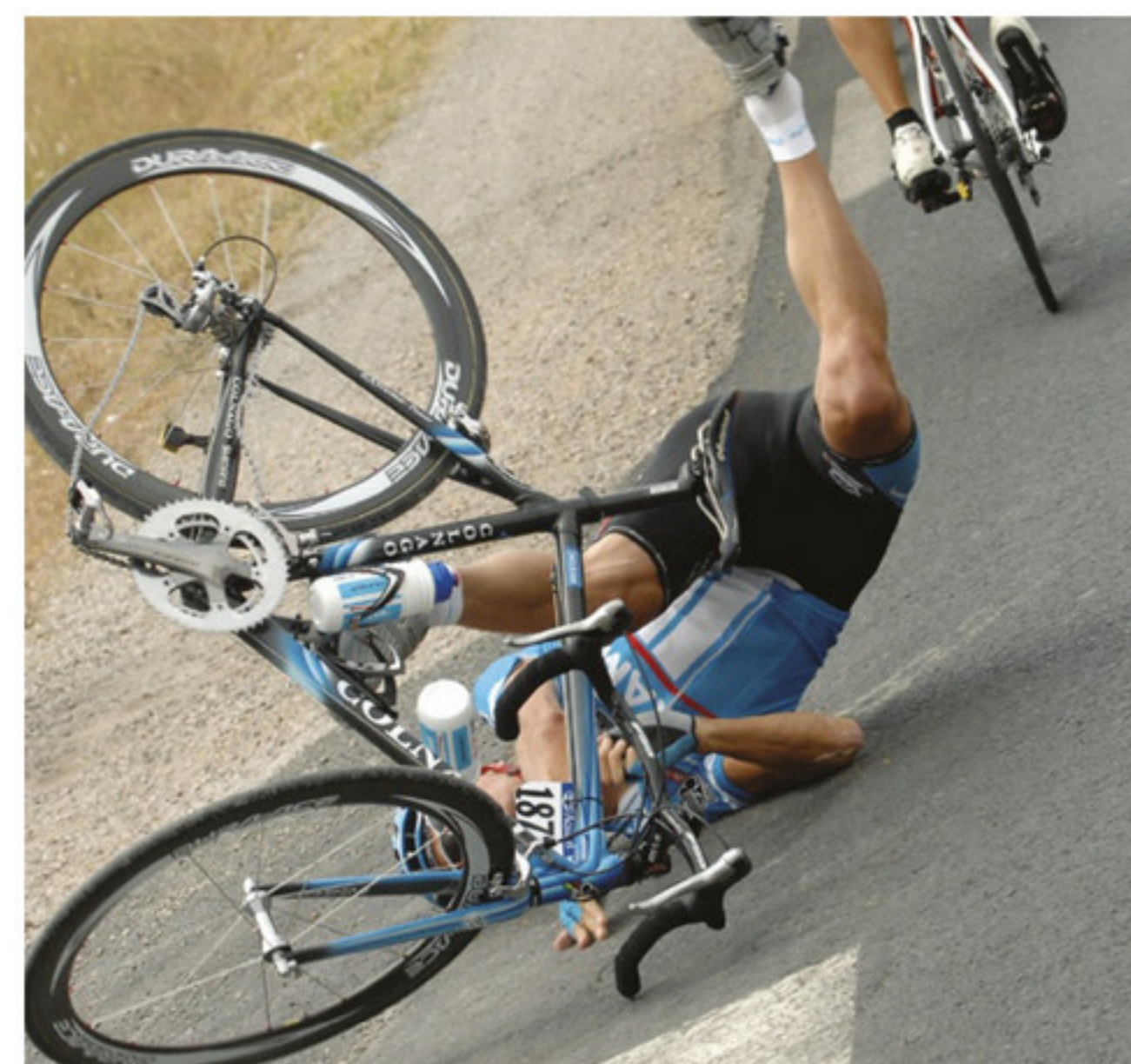
▼ **Afb. 30** Botbreuken bij sporten.



1 voetballers breken vaak een kuitbeen



2 röntgenfoto



3 wielrenners breken vaak een sleutelbeen



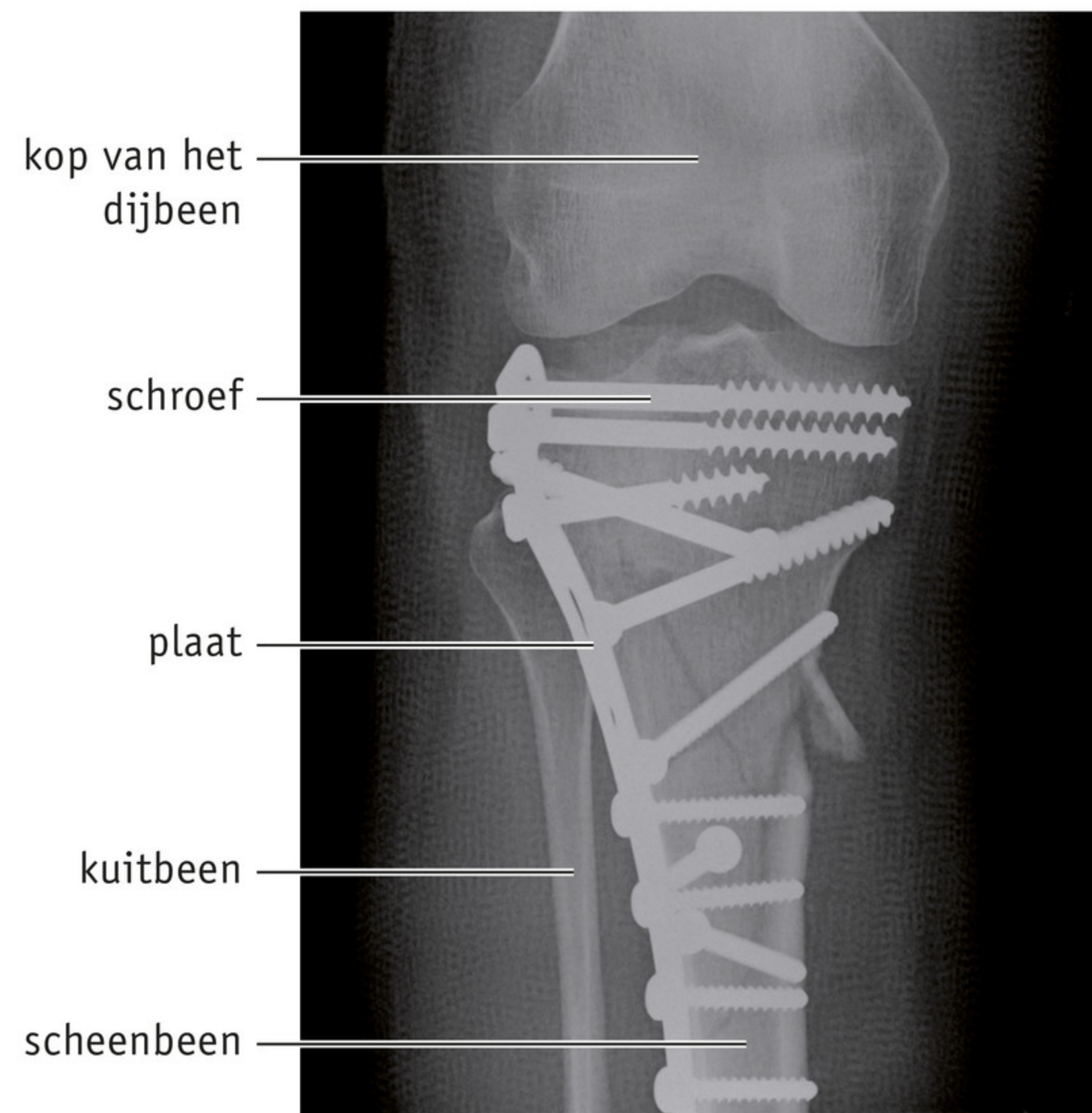
4 röntgenfoto

▼ **Afb. 31** Hulpmiddelen bij het herstel van botbreuken.



1 gipsverband

Voor een goede genezing moeten de twee helften van het bot in de goede stand aan elkaar kunnen vastgroeien. Als de bothelften scheef zijn gaan staan, moeten ze worden gezet zodat ze in de goede stand staan. De beide bothelften worden meestal met een gipsverband in de goede stand gehouden (zie afbeelding 31.1). Als dat niet lukt, worden schroeven of platen in de botten aangebracht (zie afbeelding 31.2).

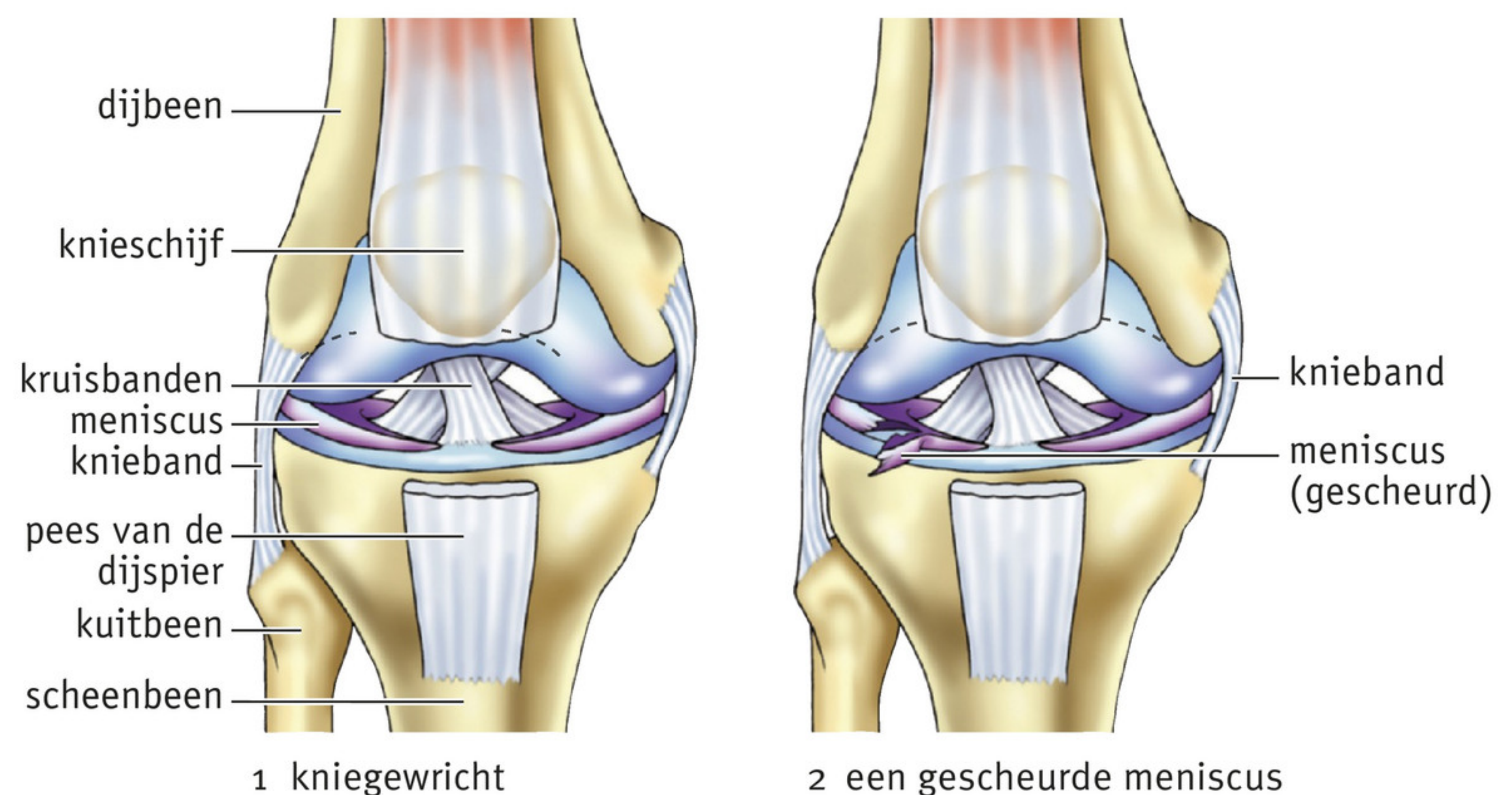


2 schroeven en platen

VOETBALKNIE

Een **voetbalknie** is een veelvoorkomende blessure. In het kniegewricht zit een stukje kraakbeen dat **meniscus** heet (zie afbeelding 32.1). Als het lichaam draait terwijl het onderbeen blijft staan, kan de meniscus scheuren (zie afbeelding 32.2). Meestal zijn dan ook het gewrichtskapsel en de kapselbanden (de **kniesbanden** of de **kruisbanden**) beschadigd. Soms is rusten voldoende om het kniegewricht te laten genezen. Een enkele keer moet de gescheurde meniscus operatief worden verwijderd.

► **Afb. 32** Meniscus.



1 kniegewricht

2 een gescheurde meniscus

KNEUZING, VERZWIKKING EN ONTWRICHTING

Een **kneuzing** is een beschadiging van weefsel zonder dat er iets is gescheurd of gebroken. Een kneuzing ontstaat meestal doordat je een stoot, een stomp of een trap krijgt. Bij een kneuzing zwelt het weefsel op, doordat er een inwendige bloeding plaatsvindt en zich vocht in het weefsel ophoopt. Dit heet een **bloeduitstorting**. Je ziet dan een blauwe plek (zie afbeelding 33). Deze zwelling kun je tegengaan door ijswater op de gekneusde plek te doen. Hierdoor wordt de inwendige bloeding minder. Bovendien vermindert ijswater de pijn. Daarna geneest de blessure door rust. In ernstige gevallen wordt een drukverband aangelegd.

► **Afb. 33** Een blauwe plek ontstaat door een kneuzing.



Een **verzwikking** of verstuiking is een kneuzing van een gewricht. Als je bijvoorbeeld je voet verzwikt, rekken het gewrichtskapsel en de kapselbanden van je enkel te ver uit. Bij een ernstige verzwikking kunnen het gewrichtskapsel en de kapselbanden scheuren. Je hebt dan ‘gescheurde enkelbanden’. Ook kan het kraakbeen in de enkel beschadigd raken.

Bij een **ontwrichting** schiet de gewrichtskogel uit de gewrichtskom (zie afbeelding 34). Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als je verkeerd op je arm valt. Je arm schiet dan uit de kom. Een arts moet de gewrichtskogel van het opperarmbeen dan weer op zijn plaats brengen in de gewrichtskom van de ellepijp.

► **Afb. 34** Een ontwrichting.



kop van het
opperarmbeen

kom van de
ellepijp

BLESSURES VOORKOMEN

Blessures worden door allerlei factoren veroorzaakt. Vaak spelen verschillende factoren tegelijkertijd een rol. In afbeelding 35 staan zes regels om blessures te voorkomen. In bepaalde beroepen ben je bezig met het voorkomen van blessures (zie afbeelding 36).

Je kunt zelf veel doen om een sportblessure te voorkomen, bijvoorbeeld door voor een wedstrijd of training een **warming-up** te doen en na de wedstrijd een **cooling-down** (zie afbeelding 37).

▼ Afb. 35

WB OPDRACHT 30 T/M 37 BLZ. 126

BLESSURES VOORKOMEN

- 1 Houd je aan de spelregels en speel sportief (fairplay).
- 2 Zorg voor voldoende oefening in: spierkracht, techniek en conditie.
- 3 Voorkom overbelasting van spieren en oververmoeidheid.
- 4 Doe voldoende warming-up en cooling-down.
- 5 Sport met goed materiaal dat bij jouw sport past: kleding, schoenen en beschermende materialen.
- 6 Leef gezond: beweeg voldoende, eet gezond, neem voldoende nachtrust, rook niet en drink geen alcohol.



slim sporten?

voorkomblessures.nl

Door slim te sporten voorkom je blessures. Denk aan goede trainingsopbouw, oefeningen en de juiste kleding & accessoires. Door spierversterkende oefeningen alleen al daalt de kans op een blessure met 30%! Bijkomend voordeel: je wordt er vaak ook nog beter van.

Of je nu van voetbal of paardrijden houdt, voor alle sporters is www.voorkomblessures.nl dé plek voor goed advies. Zo blijf je sporten met plezier!

▼ Afb. 36

Sportcoach

Anne werkt als sportcoach bij een bedrijf dat buitenactiviteiten organiseert. Anne is duidelijk blij met haar werk: 'Ik heb wel een beetje geluk gehad. Maar ze hebben mij niet voor niets uitgekozen. Ze zochten iemand die jong en oud met plezier laat bewegen. Ik organiseer samen met een collega het animatieprogramma voor vakantieparken en grote campings. Verder hebben we een eigen outdoorcentrum. Daar organiseren we kinderfeestjes, activiteiten voor feesten en sportprogramma's voor scholen. Op de foto begeleid ik een groep scholieren. Het is echt leuk. Je bent vaak de hele dag in de weer met stormbaan, kano, vlotenbouw en vlotvaren, survival en boogschieten. Binnen hebben we een zwembad en een klimwand. Bij sommige activiteiten zoals bij de klimwand leer ik de deelnemers eerst de juiste klimtechniek. Je hebt bij dit werk een EHBO-diploma nodig. Je krijgt namelijk te maken met blessures. De veiligheid van onze

deelnemers is belangrijk. Daarom gebruiken we goed materiaal. En spreken we duidelijke spelregels af.'



▼ Afb. 37

Warming-up en cooling-down

Spieren zijn tot veel in staat, als ze maar goed worden behandeld. En dan vooral vóór en ná het sporten. Door een warming-up en een cooling-down te doen.

WARMING-UP

Je kunt een blessure krijgen aan spieren die plotseling hard moeten werken. Bijvoorbeeld een spierscheuring. Vandaar de warming-up voor de wedstrijd of de training. Door de warming-up krijgen de spieren meer bloed. Ze worden warmer en er gaat meer zuurstof naartoe.

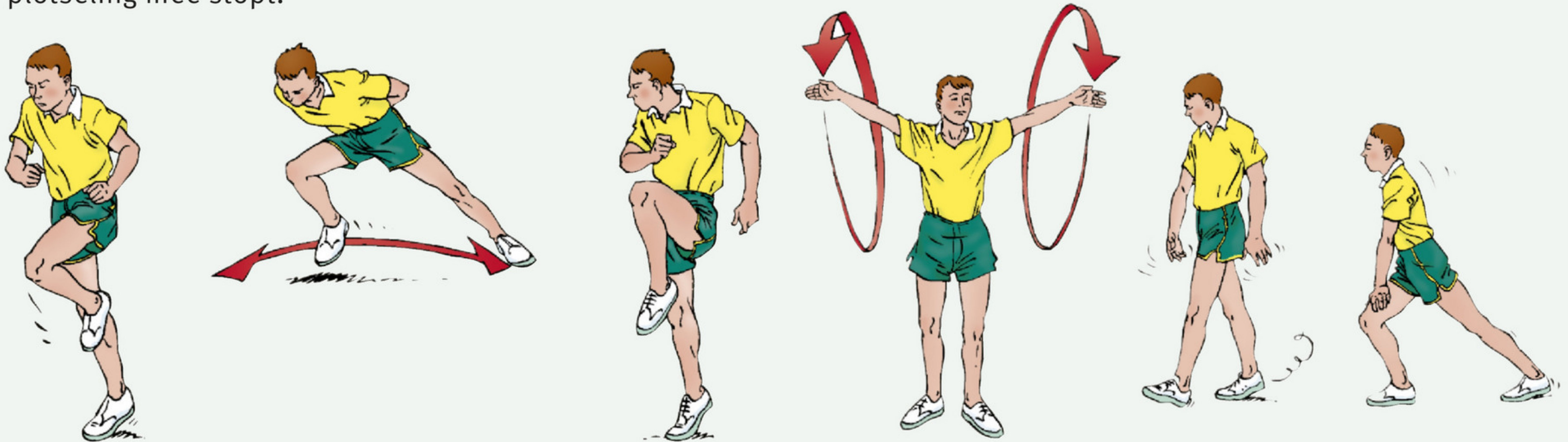
Een warming-up is altijd afgestemd op je eigen sport. Tien minuten kan al voldoende zijn. Er moet niet te veel tijd zitten tussen de warming-up en de wedstrijd of de training: maximaal een kwartier. Dat betekent dat je na een lange onderbreking opnieuw een warming-up moet doen, zeker bij koud weer!

Veel sporters doen rekoefeningen na de warming-up. Het is niet duidelijk hoe nuttig dit is. Als je gewend bent rekoefeningen te doen, kan het schadelijk zijn als je er plotseling mee stopt.

COOLING-DOWN

Tijdens het trainen of sporten gebruik je je spieren intensief. Daardoor hopen zich in je spieren afvalstoffen op. Na het sporten gaat je bloed langzamer stromen. Daardoor blijven de afvalstoffen langer in je spieren aanwezig. Het bloed stroomt door de cooling-down sneller door je spieren. Het bloed kan daardoor meer afvalstoffen uit je spieren opnemen. De kans op spierpijn neemt daardoor af.

Een cooling-down is eigenlijk het omgekeerde van de warming-up. Je begint met wat intensievere oefeningen. Daarna ga je het steeds rustiger aan doen. Het is verstandig om je (niet te) warm te douchen. Een warme douche zorgt ook voor een goede doorbloeding van de spieren.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt in een afbeelding van het skelet (geraamte) de beenderen of botten benoemen.

- Het hoofd.
 - Schedelbeenderen, bovenkaak, onderkaak.
- De romp.
 - Wervelkolom: halswervels, borstwervels, lendenwervels, heiligbeen, staartbeen.
 - Borstkas: borstwervels, ribben, borstbeen.
 - Schoudergordel: schouderbladen, sleutelbeenderen.
 - Bekkengordel: heupbeenderen.
- De ledematen (armen en benen).
 - Arm: opperarmbeen, ellepijp, spaakbeen, handwortelbeentjes, middenhandsbeentjes, vingerkootjes.
 - Been: dijbeen, knieschijf, scheenbeen, kuitbeen, voetwortelbeentjes, middenvoetsbeentjes, teenkootjes.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt de functies van het skelet noemen.

- Stevigheid geven aan het lichaam.
- Tere organen in het lichaam beschermen.
- Beweging mogelijk maken.
 - De meeste beenderen van het skelet zijn beweeglijk met elkaar verbonden.
 - Aan de beenderen zitten spieren vast.
- Vormgeven aan het lichaam.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 1

Je kunt pijpbeenderen en platte beenderen onderscheiden en kenmerken ervan noemen.

- Pijpbeenderen: langwerpige beenderen.
 - Komen vooral voor in de ledematen, bijv. in dijbeen en scheenbeen.
 - In de koppen zitten veel kleine holten met rood beenmerg. In het rode beenmerg worden bloedcellen gevormd.
 - In het deel tussen de koppen zit een mergholte met geel beenmerg. In het gele beenmerg is vet opgeslagen.
- Platte beenderen.
 - Komen vooral voor in de schedel en in de romp, bijv. schedelbeenderen, schouderbladen en ribben.
 - In platte beenderen zit rood beenmerg.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 1

Je kunt verband leggen tussen de vorm en functie van botten bij zoolgangers, teengangers en hoefgangers.

- Tussen botten van verschillende diersoorten bestaan overeenkomsten en verschillen.
 - De vorm is aangepast aan de omgeving waarin het dier leeft, bijv. het skelet van een dolfijn is aangepast aan zwemmen.
- Zoolgangers: lopen op de hele voetzool, bijv. beren, mensen.
 - Door het lopen op de hele voetzool is het steunoppervlak groot.
- Teengangers: lopen op de tenen, bijv. katten.
- Hoefgangers: lopen op de toppen van de tenen, bijv. paarden.
 - Door het lopen op de toppen van de tenen zijn de poten lang.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 2

Je kunt de kenmerken van kraakbeenweefsel en beenweefsel noemen en in afbeeldingen de delen benoemen. Ook kun je beschrijven hoe de samenstelling van beenderen verandert tijdens het leven.

- Kraakbeenweefsel is stevig en goed buigzaam.
 - Bij volwassenen komt kraakbeenweefsel alleen op speciale plaatsen voor (bijv. in de neus, in de oorschelpen, in de gewrichten, tussen de wervels).
 - Kraakbeencellen liggen in groepjes bij elkaar in de tussencelstof.
- Beenweefsel is heel stevig en een beetje buigzaam.
 - Beencellen liggen in de tussencelstof in kringen rondom fijne kanaaltjes waarin zich bloedvaten bevinden.
 - Kalkzouten in de tussencelstof geven stevigheid (hardheid). Kalkzouten lossen op in een zoutzuuroplossing.
 - Lijmstof in de tussencelstof zorgt voor de buigzaamheid. Lijmstof verbrandt in een vlam.
- Samenstelling van de beenderen tijdens het leven.
 - Baby's: de beenderen bestaan voornamelijk uit kraakbeenweefsel.
 - Kinderen: de beenderen bestaan uit beenweefsel met veel lijmstof en weinig kalkzouten.
 - Bejaarden: de beenderen bestaan uit beenweefsel met weinig lijmstof en veel kalkzouten.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Je kunt vier manieren onderscheiden waarop beenderen met elkaar verbonden kunnen zijn.

- Vergroeid: twee of meer beenderen zijn één geheel geworden.
 - Hierbij is geen beweging mogelijk.
 - Bijv. de wervels van het heiligbeen en van het staartbeen.
- Door een naad.
 - Hierbij is geen beweging mogelijk.
 - Bijv. de schedelbeenderen.
- Door kraakbeen.
 - Hierbij is een beetje beweging mogelijk.
 - Bijv. de ribben, het borstbeen en de wervels.
- Door een gewricht.
 - Hierbij is veel beweging mogelijk.
 - Bijv. de vingerkootjes.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 3

Je kunt de delen van een gewricht noemen met hun functies.

- Gewrichtskogel en gewrichtskom.
- Kraakbeenlaagjes (op de gewrichtskogel en de gewrichtskom):
 - Gaan slijtage tegen.
 - Hierdoor kan een gewricht soepel bewegen.
- Gewrichtskapsel:
 - Geeft gewrichtssmeer af, waardoor het gewricht soepel kan bewegen.
 - Houdt de botten op hun plaats.
- Bij sommige gewrichten helpen stevige kapselbanden mee de botten op hun plaats te houden.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 3

Je kunt drie typen gewrichten onderscheiden.

- Kogelgewrichten.
 - Hierbij is beweging mogelijk in verschillende richtingen, o.a. een draaiende beweging.
 - Bijv. schouderblad en opperarmbeen (schoudergewricht).
- Rolgewrichten.
 - Het ene bot draait in de lengteas om het andere bot.
 - Bijv. spaakbeen en ellepijp (hiermee kun je de palm van je hand naar boven of naar beneden houden).
- Scharniergewrichten.
 - Hiermee is alleen een beweging heen en terug mogelijk.
 - Bijv. opperarmbeen en ellepijp (ellebooggewricht).

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 4

Je kunt de bouw en werking van spieren beschrijven.

- Bouw van een spier.
 - Spierschede: stevig bindweefsel om een spier.
 - Pezen: bevestigen een spier aan beenderen op de aanhechtingsplaats. Pezen kunnen niet samentrekken.
 - Spierbundels: bundels spiervezels, omgeven door bindweefsel.
 - Spiervezels: ontstaan door samensmeltingen van veel spiercellen.
- Werking van een spier.
 - Spiervezels trekken zich samen onder invloed van impulsen die via bewegingszenuwcellen naar de spier worden geleid.
 - Een spier die zich samentrekt, wordt korter en dikker.
 - Bij een spier die zich samentrekt, wordt de afstand tussen de aanhechtingsplaatsen van de pezen kleiner.
 - Bij het samentrekken vindt in de spier veel verbranding plaats. Daarvoor zijn veel voedingsstoffen en zuurstof nodig.
- Antagonisten: spieren waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft.
 - Bijv. armbuigspier (biceps) en armstrekspier (triceps).

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 5

Je kunt het belang van een goede lichaamshouding aangeven en hoe je rugklachten kunt voorkomen.

- De wervelkolom heeft een dubbele-S-vorm en bestaat uit wervels met tussenwervelschijven.
 - Deze vorm wordt in stand gehouden door rugspieren die aan de wervels zijn bevestigd.
 - Tussenwervelschijven werken als schokbrekers.
- Een goede lichaamshouding voorkomt afwijkingen in de vorm van de wervelkolom en daardoor (rug)pijn.
 - Door een slechte lichaamshouding kan de wervelkolom scheef komen te staan. Daardoor kunnen de rugspieren overbelast raken en kan (rug)pijn ontstaan.
 - Bij een gebogen rug worden tussenwervelschijven aan één kant ingedrukt. Als dit vaak en langdurig gebeurt, kunnen de tussenwervelschijven aan veerkracht verliezen en (rug)pijn veroorzaken.
 - Door goed rechtop te staan en goed rechtop te zitten, houdt de wervelkolom de dubbele-S-vorm. De spieren en tussenwervelschijven worden dan niet extra belast.

- Je hebt een goede zithouding als de hoek tussen je bovenbeen en onderbeen ten minste 90° is, en tussen je armen en de tafel ook. De kijkhoek ten opzichte van je beeldscherm is ook 90°.
- Bij tillen is het belangrijk dat de wervelkolom de dubbele-S-vorm houdt. Houd je zoveel mogelijk aan de regels voor goed tillen.
- Door regelmatige lichaamsbeweging en sporten versterk je de rugspieren. Met sterkere spieren heb je minder snel last van rugpijn. Je krijgt een betere conditie.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Je kunt van enkele blessures beschrijven wat er aan de hand is.

- **Spierpijn.**
 - Oorzaak: als de spier meer dan normaal is belast.
- **Spierscheuring.**
 - Oorzaak: een te sterke inspanning of een plotselinge beweging.
- **Spierkramp:** spiervezels van een spier trekken allemaal tegelijk samen.
 - Oorzaak: er stroomt te weinig bloed naar de spier.
- **RSI:** ontsteking van de aanhechtingsplaatsen van spieren (pezen).
 - Oorzaak: te vaak achter elkaar dezelfde beweging maken. Bijv. in beroep en door beeldschermgebruik. Bij sport o.a. een tennisarm.
 - RSI kan worden voorkomen door een goede houding en voldoende rust.
- **Botbreuk.**
 - Oorzaak: meestal een val of ruw spel.
- **Voetbalknie:** in het kniegewricht is de meniscus (een stuk kraakbeen) gescheurd.
 - Meestal zijn ook het gewrichtskapsel en de kapselbanden (de kniebanden of de kruisbanden) beschadigd.
 - Oorzaak: meestal een draaibeweging van het lichaam, terwijl het onderbeen blijft staan.
- **Kneuzing:** een beschadiging van weefsel zonder dat iets is gescheurd of gebroken.
 - Oorzaak: meestal een stoot, een stomp of een trap.
 - Een gekneusde plek zwelt op, o.a. door een bloeditstorting (inwendige bloeding), waardoor een blauwe plek ontstaat.

- **Verzwikking (verstuiking):** een kneuzing van een gewricht.
 - Als je je voet verzwikt, rekken het gewrichtskapsel en de kapselbanden van je enkel te ver uit.
 - Bij een ernstige verzwikking kunnen je enkelbanden scheuren.
- **Ontwrichting:** de gewrichtskogel schiet uit de gewrichtskom.
 - Als je verkeerd op je arm valt, kan je arm uit de kom schieten.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 6

Je kunt beschrijven hoe je blessures kunt voorkomen.

- **Warming-up:** langzaam opbouwen van de intensiteit van de inspanning, waardoor de spieren worden opgewarmd.
- **Cooling-down:** langzaam afbouwen van de intensiteit van de training, zodat afvalstoffen in het lichaam worden afgevoerd.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend:

- in het maken en aflezen van diagrammen;
- in het werken met de microscoop;
- in het maken van tekeningen;
- in het zoeken op internet.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een sportschoolhouder en een sportcoach.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

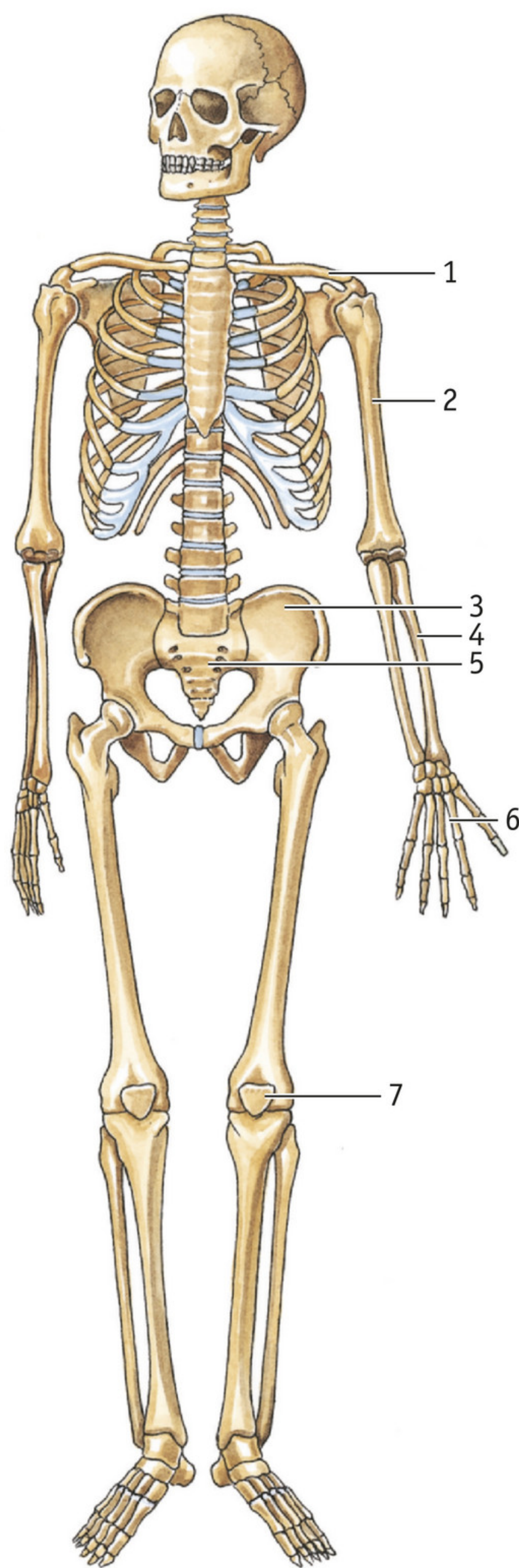
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

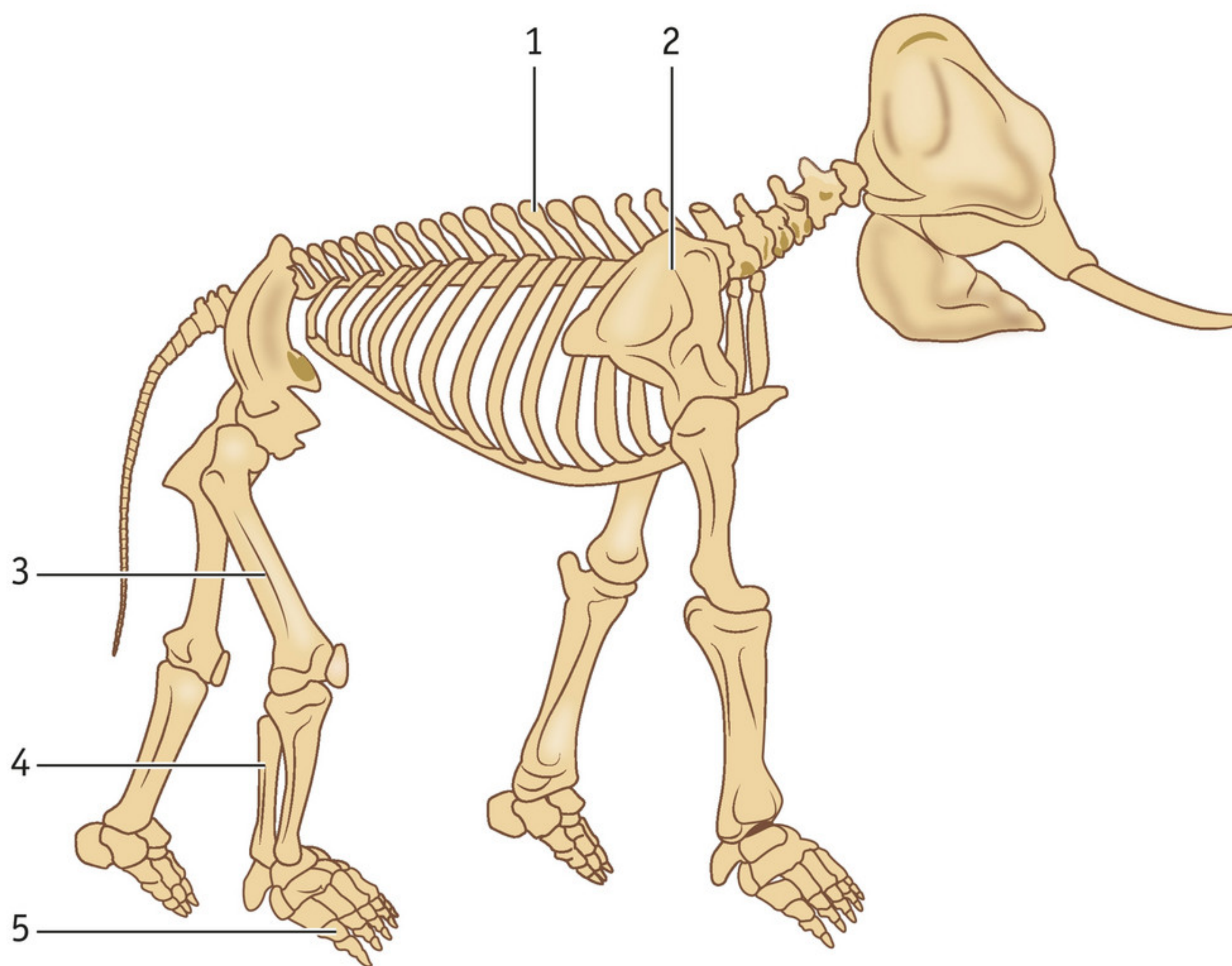
Vul in.

- 1 In afbeelding 38.1 is het skelet van de mens schematisch getekend.
Noteer de namen van de genummerde beenderen.

▼ **Afb. 38** Skeletten (schematisch).



1 skelet van de mens



2 skelet van een olifant

- 2 In afbeelding 38.2 is het skelet van een olifant schematisch getekend.
Noteer de namen van de genummerde beenderen.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Vul de juiste functies in.

Het skelet heeft vier functies.

Met welke functie van het skelet hebben de volgende zinnen te maken?

- 1 De ribben liggen rondom de longen.
- 2 Aan elke wervel zitten uitsteeksels, waaraan rugspieren vastzitten.
- 3 Een functie van het skelet is bij baby's nog niet volledig aanwezig, want baby's die al kunnen staan, hebben vaak kromme benen.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 1

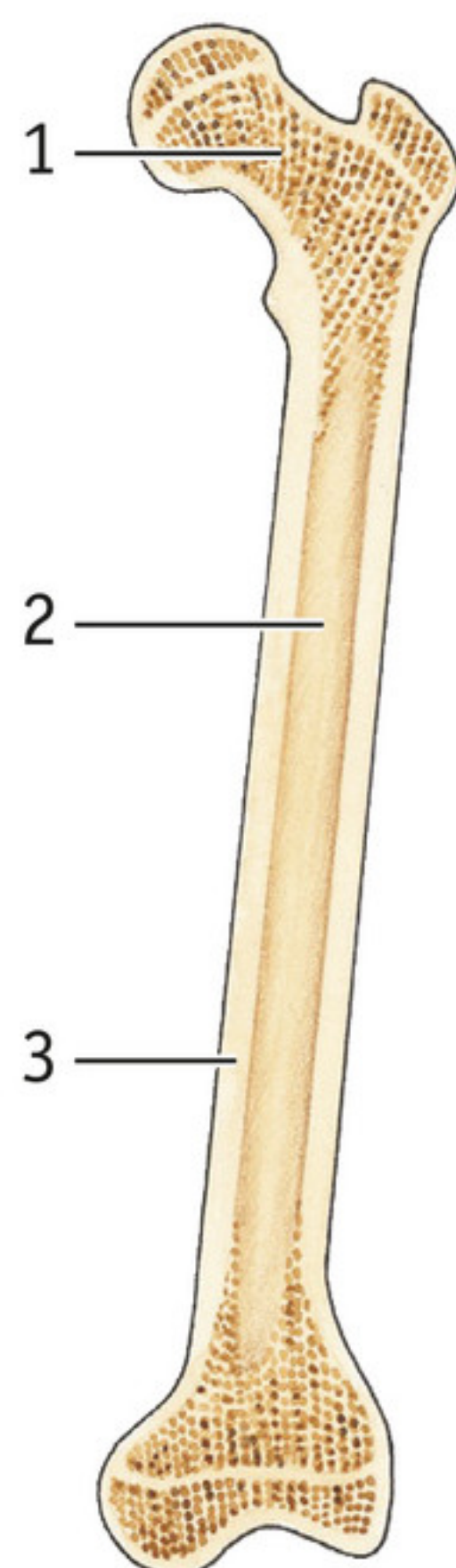
Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Komt in het borstbeen geel beenmerg voor?
Leg je antwoord uit.
- 2 Wat is de functie van rood beenmerg?

In afbeelding 39 is een lengtedoorsnede van een bot schematisch getekend. Vraag 3 tot en met 5 gaan over deze afbeelding.

- 3 Zit bij deel 1 rood beenmerg of geel beenmerg?
- 4 Hoe heet deel 2?
- 5 Op welk van de aangegeven plaatsen is vet opgeslagen?

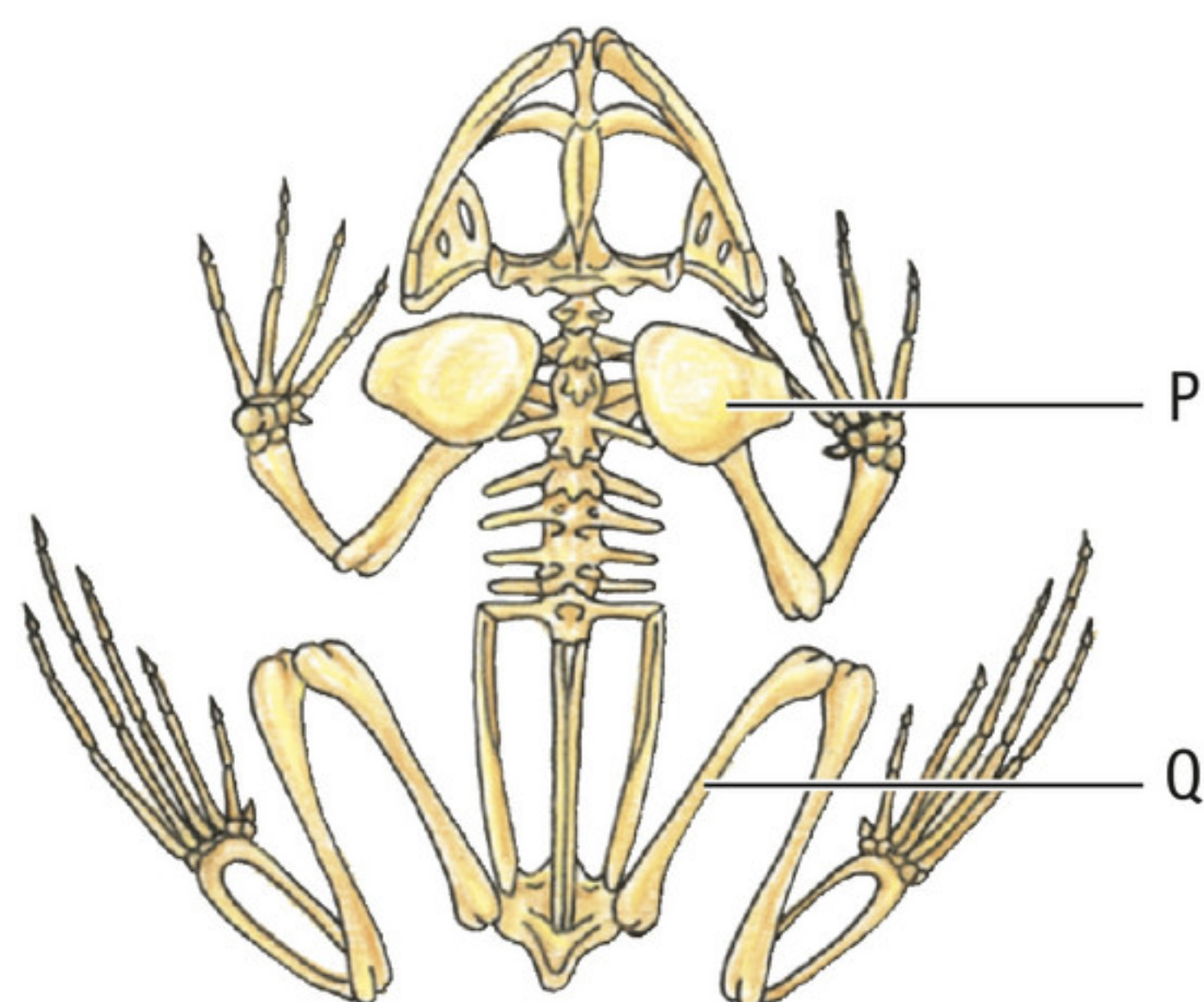
▼ **Afb. 39** Lengtedoorsnede van een pijpbeen (schematisch).



In afbeelding 40 is het skelet van een kikker getekend. De bouw van het skelet is voor een belangrijk deel vergelijkbaar met dat van de mens. Vraag 6 en 7 gaan over deze afbeelding.

- 6 Is bot P een plat been of een pijpbeen?
- 7 Is bot Q een plat been of een pijpbeen?

▼ **Afb. 40** Skelet van een kikker.



DOELSTELLING 4

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

- 1 Bij welke groep zijn de poten meestal lang?
- 2 Tot welke groep behoort het dier van afbeelding 41?

▼ **Afb. 41** Teenganger, hoefganger of zoolganger?



- 3 Tot welke groep behoren dieren die het best zijn aangepast aan het lopen op een zachte bodem?
- 4 Tot welke groep behoren dieren die het best hun prooi kunnen besluipen?
- 5 Tot welke groep behoren dieren waarbij de voetwortelbeentjes het dichtst bij de grond zijn tijdens het lopen?

DOELSTELLING 5

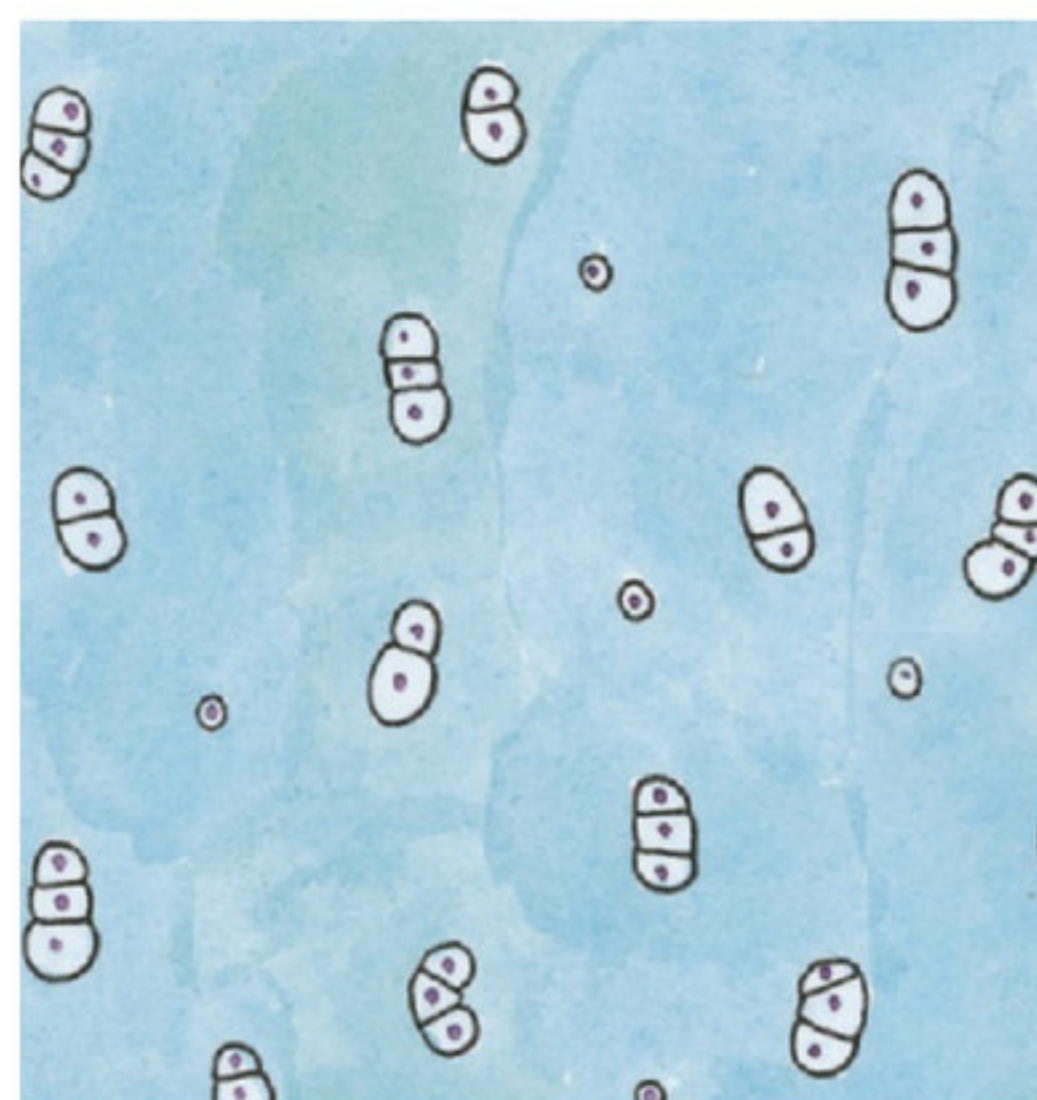
BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

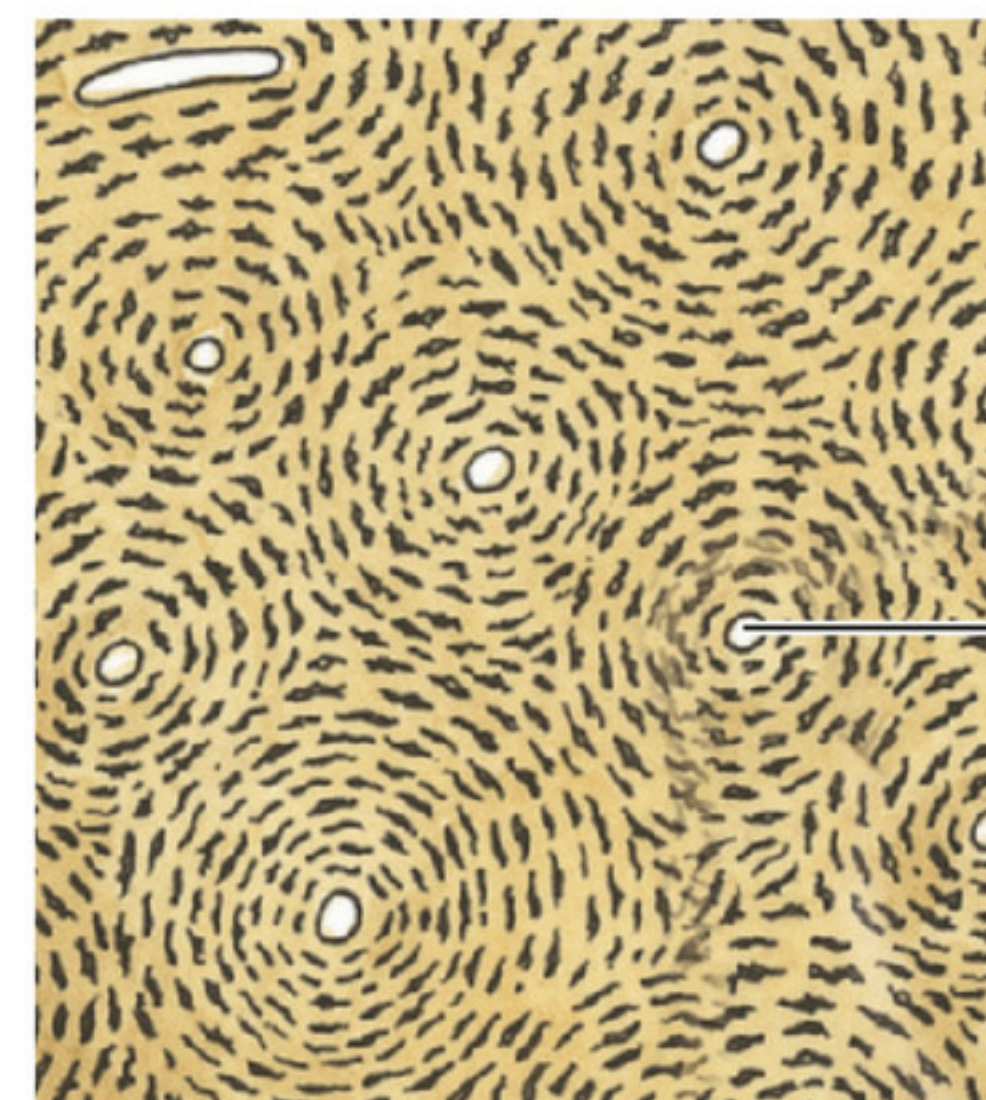
In afbeelding 42 zijn twee weefsels getekend. Vraag 1 tot en met 3 gaan over deze afbeelding.

- 1 In welke tekening zie je kraakbeenweefsel?
 - A In tekening 1.
 - B In tekening 2.
- 2 In welke tekening bestaat de tussencelstof vooral uit lijmstof?
 - A In tekening 1.
 - B In tekening 2.
- 3 Wordt in tekening 2 met P een cel aangegeven?
 - A Ja.
 - B Nee.

▼ **Afb. 42** Weefsels.



1



2

In afbeelding 43 zie je twee röntgenfoto's. Vraag 4 tot en met 6 gaan over deze afbeelding.

4 Op de röntgenfoto's zijn kalkzouten goed zichtbaar. Welke röntgenfoto is gemaakt van de hand van een kind?

- A Röntgenfoto 1.
- B Röntgenfoto 2.

5 Op de röntgenfoto's zijn drie delen aangegeven met P, Q en R.

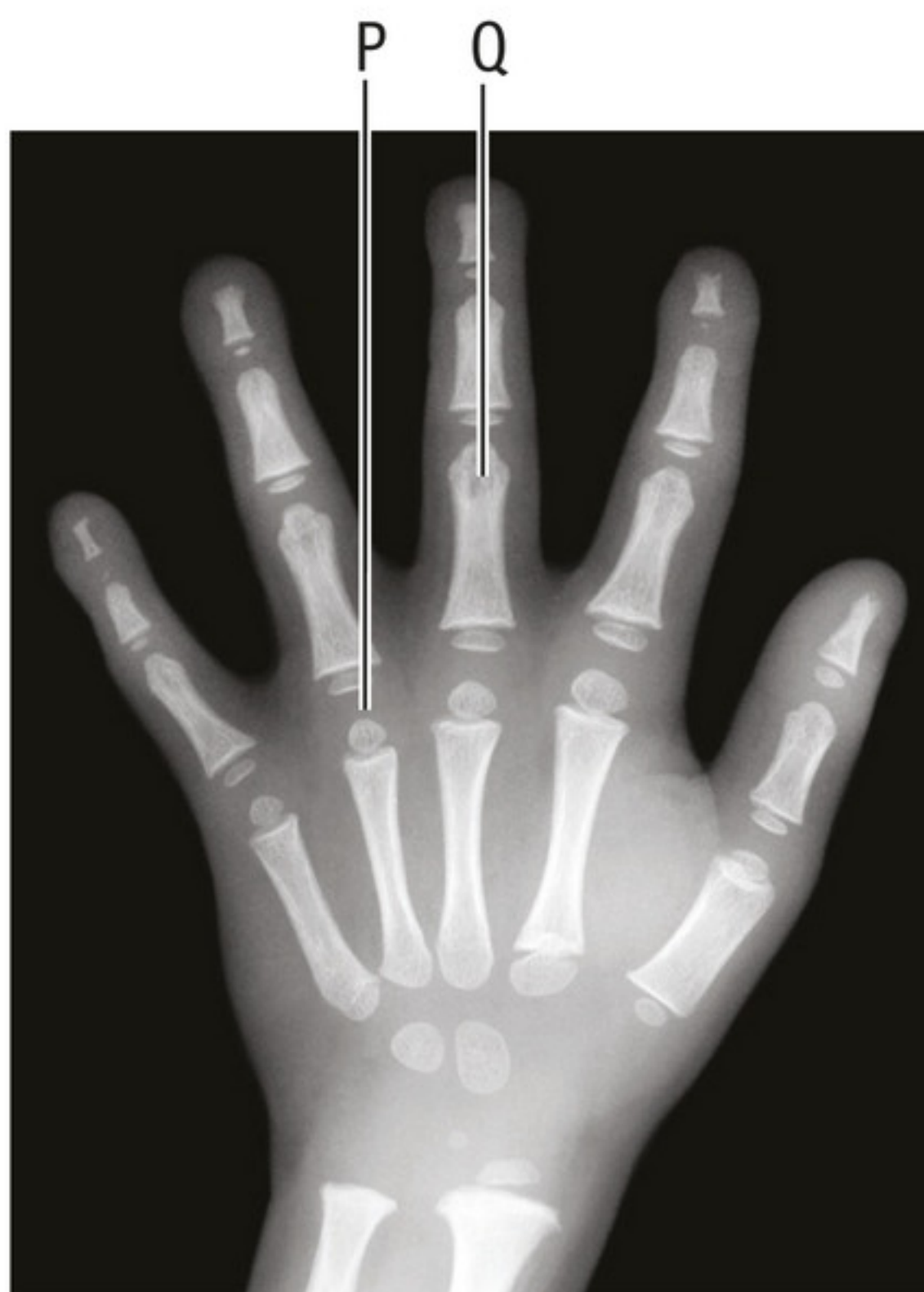
Welk deel geeft beenweefsel aan?

- A Deel P.
- B Deel Q.

6 In welk deel bevindt zich de meeste lijmstof per gram weefsel?

- A In deel Q.
- B In deel R.

▼ Afb. 43 Röntgenfoto's van een hand.



röntgenfoto 1



röntgenfoto 2

7 Welke stof verdwijnt uit een botje als je het enige tijd in een vlam houdt?

- A Kalkzout.
- B Lijmstof.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

- 1 Bij welke verbinding zijn twee of meer beenderen één geheel geworden?
- 2 Bij welke twee verbindingen is geen beweging mogelijk?
- 3 Welk type verbinding bevindt zich tussen de beenderen van je bovenbeen en onderbeen?

- 4 Met welk type verbinding zijn de ribben met het borstbeen verbonden?
- 5 Welk type verbinding is in de rug van de slangenmens in afbeelding 44 veel beweeglijker dan normaal?

▼ Afb. 44 Slangenmens Zlata.



In afbeelding 45 zie je de schedel van een poema. Vraag 6 en 7 gaan over deze afbeelding.

- 6 Welk type verbinding wordt aangegeven met R?
- 7 Door welk type verbinding is de onderkaak verbonden met de rest van de schedel?

▼ Afb. 45 Schedel van een poema.



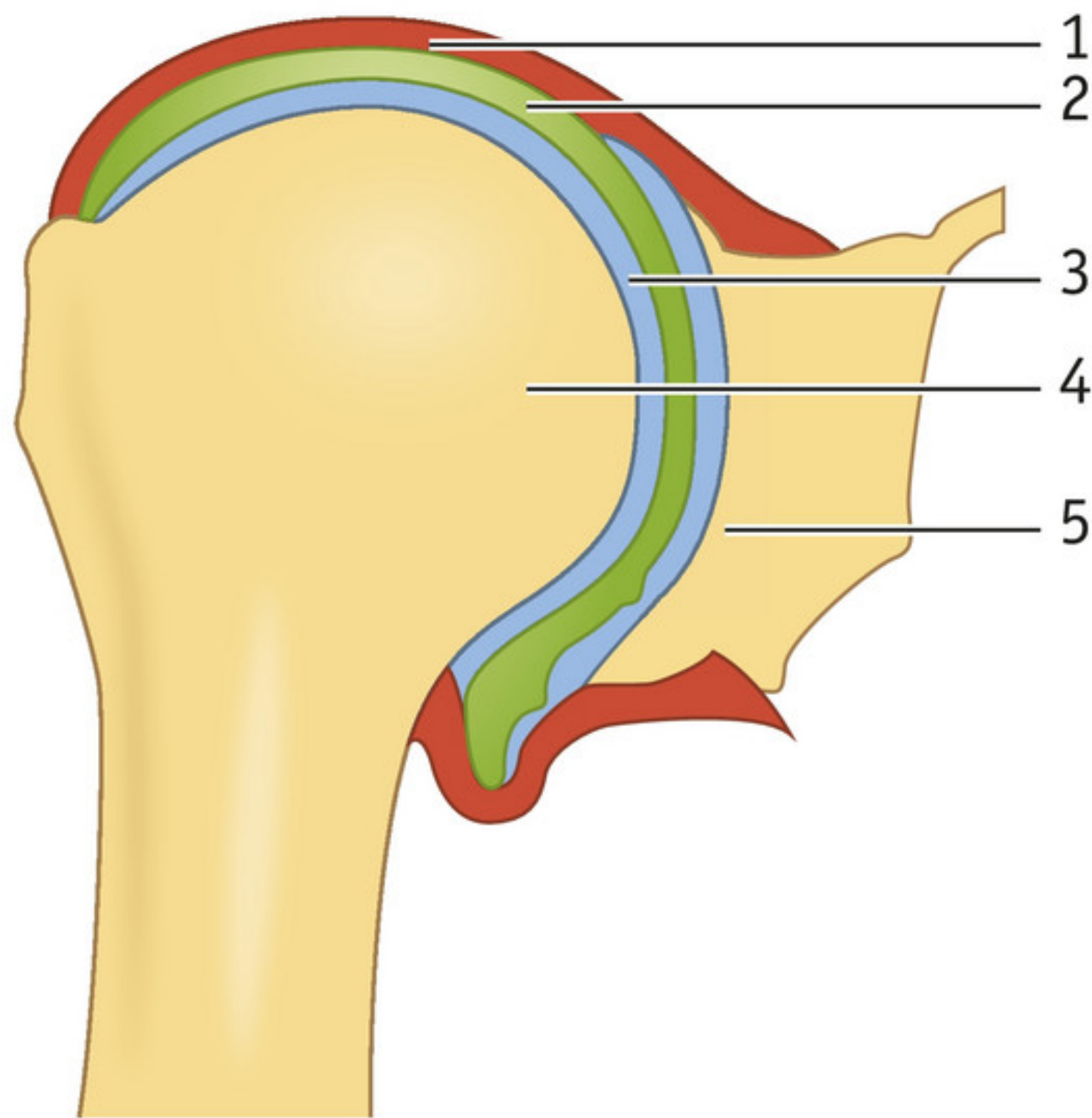
DOELSTELLING 7

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen over afbeelding 46.

- 1 Welke stof zit op plaats 2?
- 2 Waaruit bestaat deel 3?
- 3 Hoe heet deel 4?
- 4 Welke twee delen zorgen ervoor dat een gewricht soepel kan bewegen?
- 5 Welk deel houdt de botten op hun plaats?

▼ **Afb. 46** Bouw van het schoudergewricht.



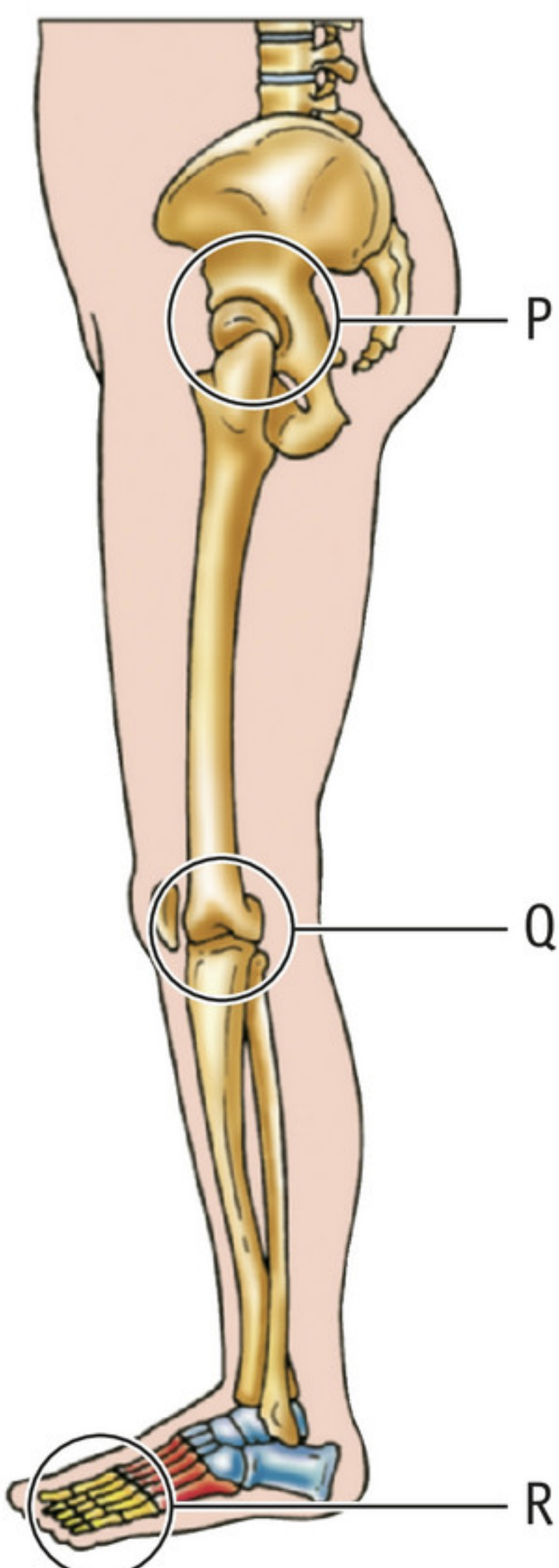
DOELSTELLING 8

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Bij welk type gewricht draait het ene bot in de lengteas om het andere bot?
 - A Bij een kogelgewricht.
 - B Bij een rolgewricht.
 - C Bij een scharniergewricht.

▼ **Afb. 47** Been van een mens.



- 2 In afbeelding 47 is een been van een mens getekend. In de tekening zijn drie gewrichten aangegeven met de letters P (heup), Q (knie) en R (teenkootjes).

Welke letters geven scharniergewrichten aan?

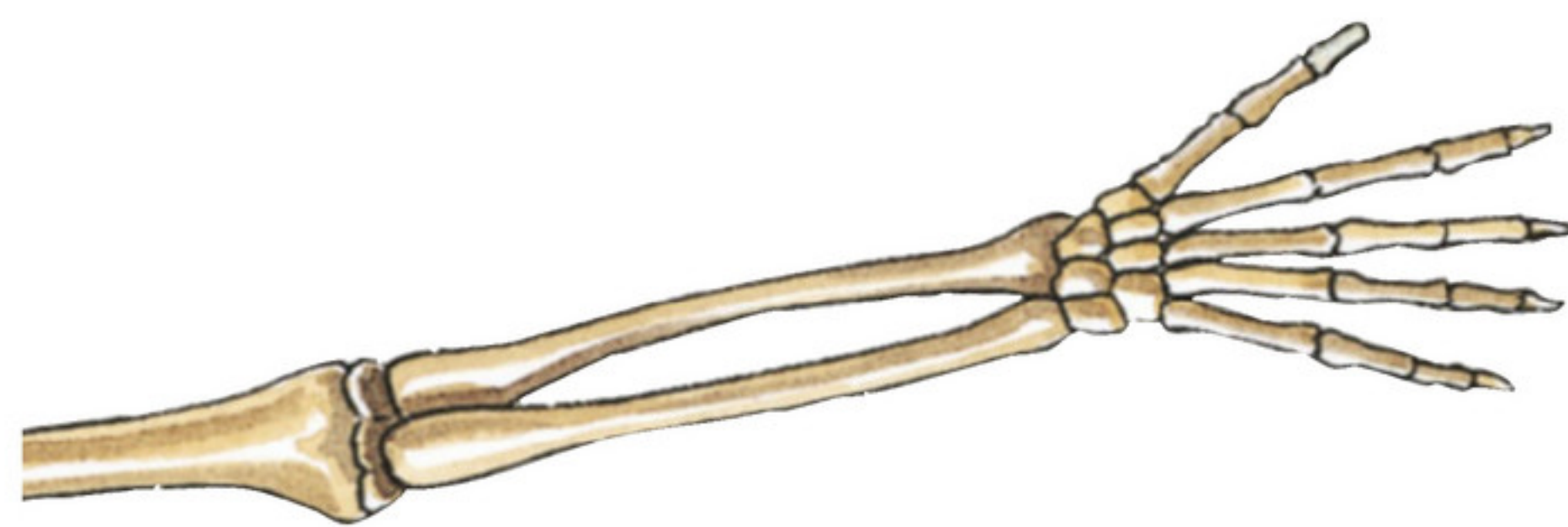
- A Alleen P en Q.
- B Alleen P en R.
- C Alleen Q en R.

- 3 In afbeelding 48 is een deel van het skelet getekend.

Komt in dit deel van het skelet een kogelgewricht voor? En een rolgewricht?

- A Wel een kogelgewricht, maar geen rolgewricht.
- B Wel een rolgewricht, maar geen kogelgewricht.
- C Zowel een rolgewricht als een kogelgewricht.

▼ **Afb. 48** Beenderen van de arm.



DOELSTELLING 9

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

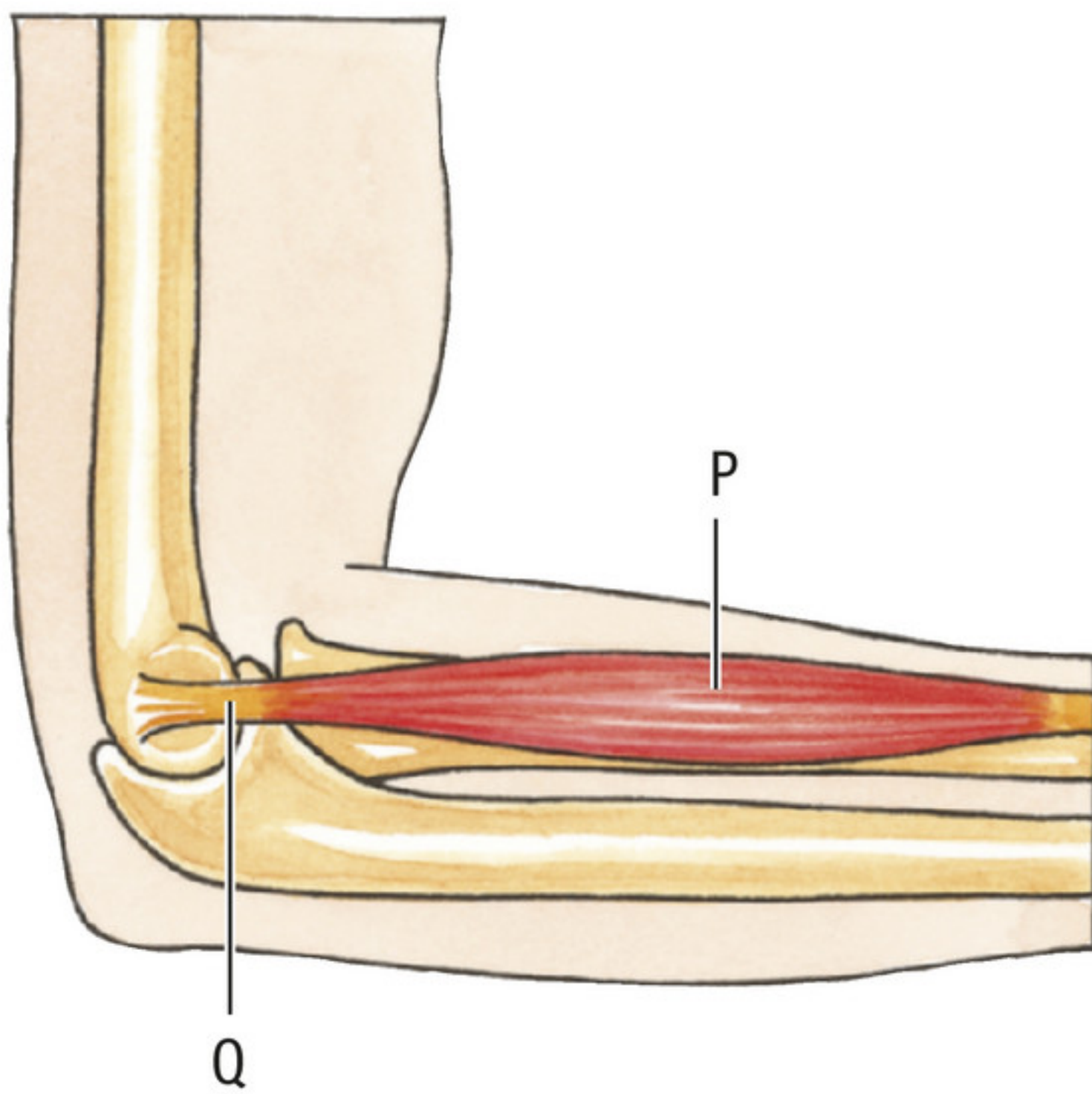
- 1 Twee leerlingen geven een definitie van antagonisten.
Raoul zegt dat antagonisten spieren zijn die elkaar tegenwerken.
Soumia zegt dat antagonisten spieren zijn waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft.
Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Alleen Raoul heeft gelijk.
 - B Alleen Soumia heeft gelijk.
 - C Raoul en Soumia hebben allebei gelijk.
 - D Raoul en Soumia hebben geen van beiden gelijk.
- 2 Een tennisspeler heeft in zijn linkerarm last gekregen van een tennisarm. Tijdens een onderzoek door een arts moet de tennisspeler de linkerhand naar boven bewegen. De onderarm wordt daarbij door de arts tegengehouden (zie afbeelding 49.1). In afbeelding 49.2 is het ellebooggewricht schematisch getekend. Spier P is aan de rechterkant, buiten de afbeelding, verbonden met de hand.
Wordt spier P, tijdens het naar boven bewegen van de hand, korter of langer of blijft de spier ongeveer even lang? En pees Q?

- A** De spier en de pees worden beide korter.
- B** De spier wordt korter en de pees blijft ongeveer even lang.
- C** De spier blijft ongeveer even lang en de pees wordt korter.
- D** De spier en de pees blijven ongeveer even lang.
- E** De spier wordt langer en de pees blijft ongeveer even lang.
- F** De spier en de pees worden beide langer.

▼ **Afb. 49** Onderzoek aan een tennisarm.



1



2

- 3** In afbeelding 50 zie je het spierstelsel van een rennende man op een bepaald moment. De vragen gaan over de voorste en achterste dijspieren in het rechterbeen van deze man. Kies of deze spieren samengetrokken of ontspannen zijn.

*Voorste dijspieren
rechterbeen*

- A** ontspannen
- B** ontspannen
- C** samengetrokken
- D** samengetrokken

*Achterste dijspieren
rechterbeen*

- ontspannen
- samengetrokken
- ontspannen
- samengetrokken

▼ **Afb. 50** Spierstelsel bij een rennende man.



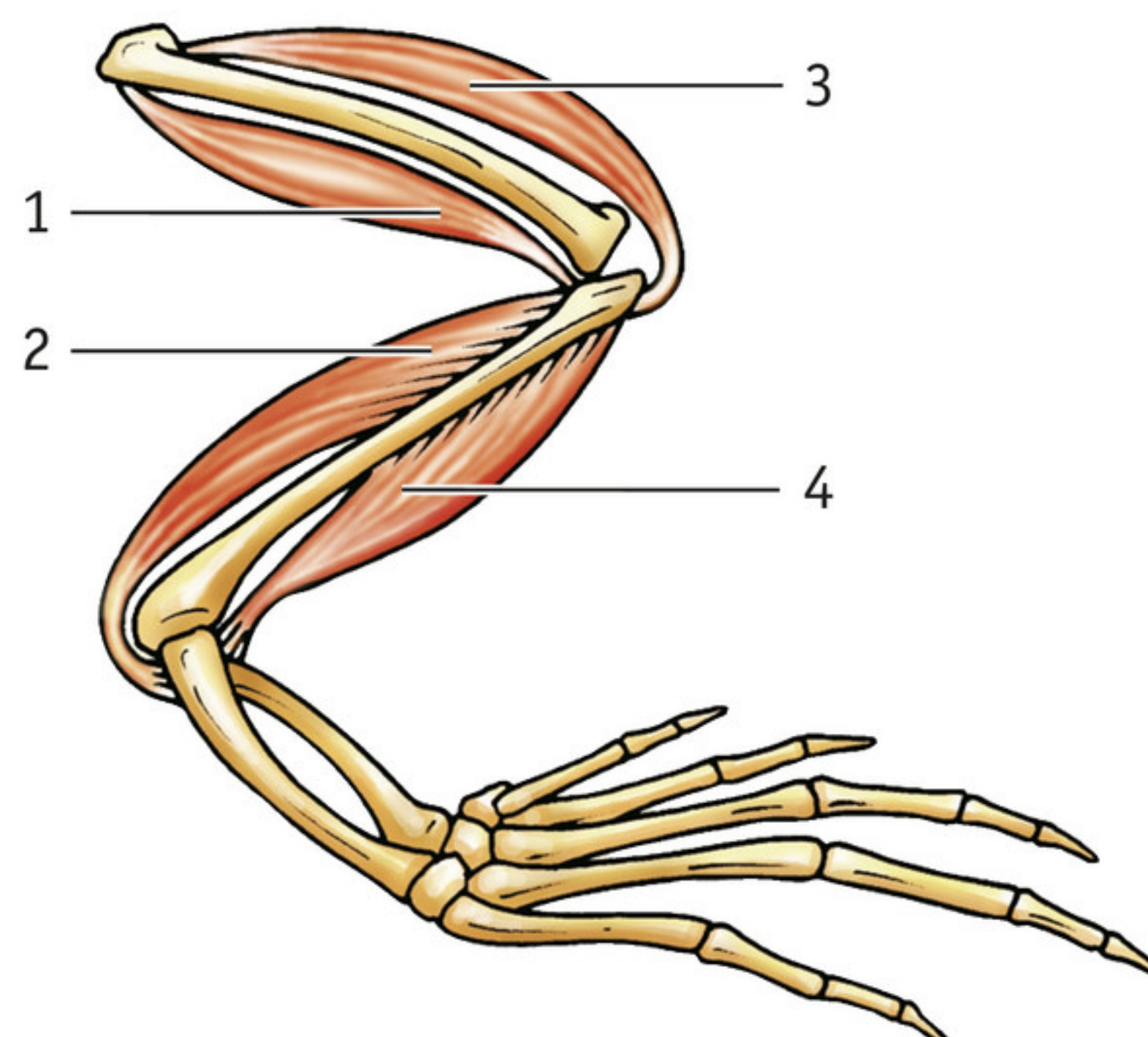
In afbeelding 51 zijn de beenderen en enkele spieren in de achterpoot van een kikker schematisch getekend. Vraag 4 en 5 gaan over deze afbeelding.

- 4** Als een kikker opspringt, strekt de kikker zijn achterpoten.

Welke twee spieren trekken zich dan samen?

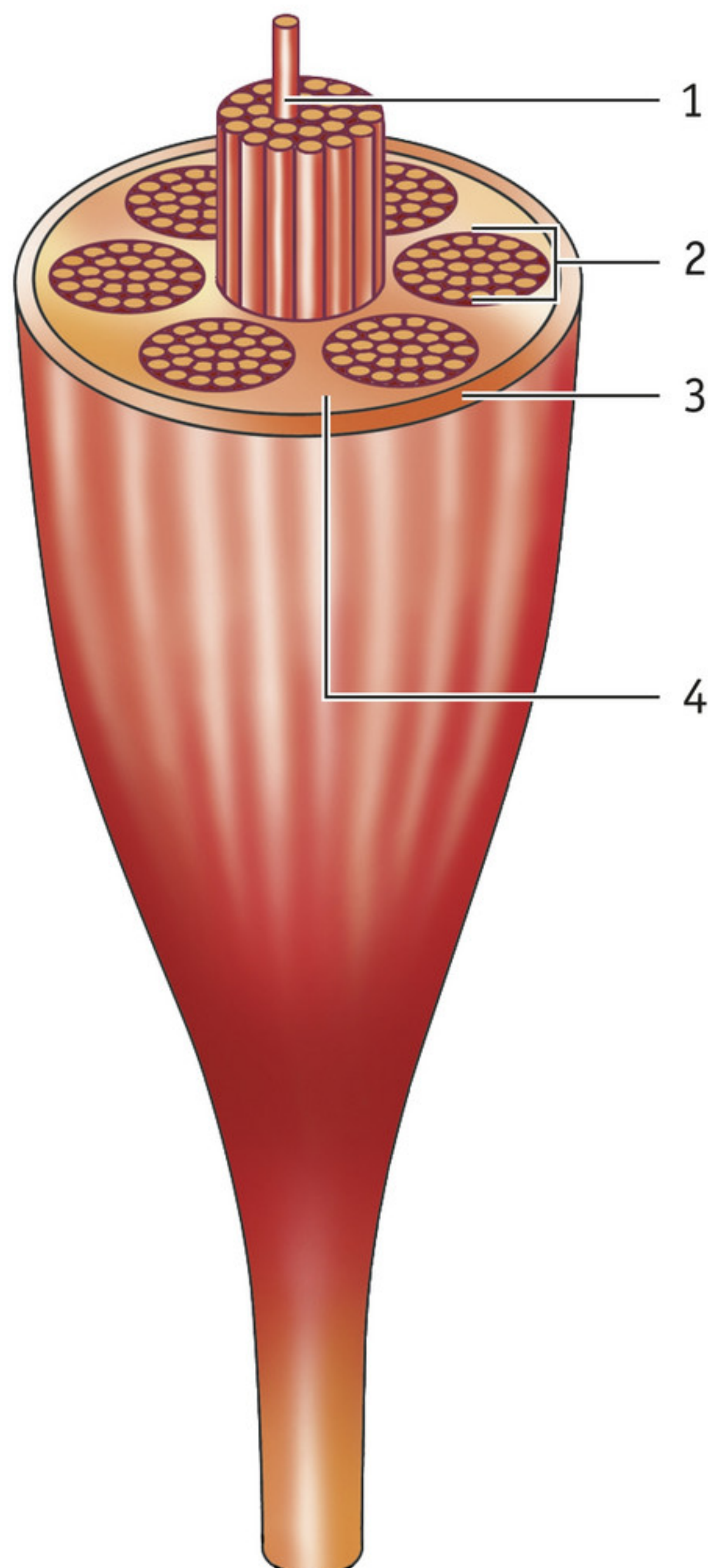
- A** De spieren 1 en 2.
- B** De spieren 1 en 4.
- C** De spieren 2 en 3.
- D** De spieren 2 en 4.

▼ **Afb. 51** Beenderen en spieren van een kikker.



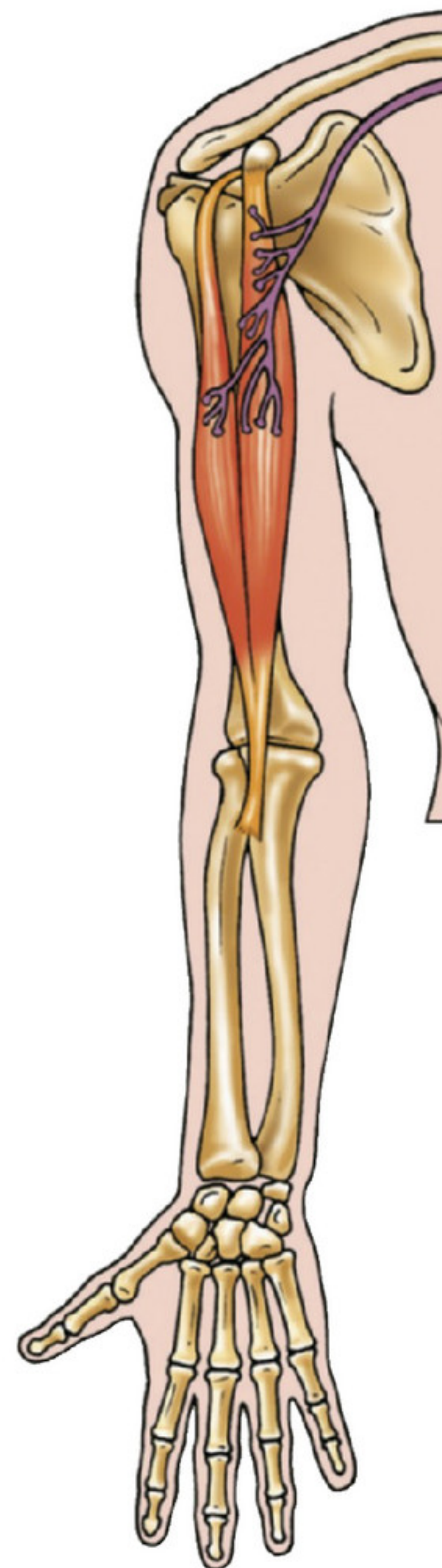
- 5 Welke van de getekende spieren zijn antagonisten van elkaar?
- A Alleen de spieren 1 en 2 zijn antagonisten van elkaar.
 - B Alleen de spieren 2 en 4 zijn antagonisten van elkaar.
 - C De spieren 1 en 2 zijn antagonisten van elkaar en de spieren 3 en 4 zijn antagonisten van elkaar.
 - D De spieren 1 en 3 zijn antagonisten van elkaar en de spieren 2 en 4 zijn antagonisten van elkaar.
 - E De spieren 1 en 4 zijn antagonisten van elkaar en de spieren 2 en 3 zijn antagonisten van elkaar.
- 6 In afbeelding 52 is een deel van een spier schematisch getekend.
Met welk nummer is een spierbundel aangegeven?
- A Met nummer 1.
 - B Met nummer 2.
 - C Met nummer 3.
 - D Met nummer 4.

▼ Afb. 52 Bouw van een spier (schematisch).



- 7 Afbeelding 53 geeft een rechterarm weer waarin het skelet, een spier met aanhechtingsplaatsen en een zenuw zichtbaar zijn.
Kun je de arm actief buigen met de afgebeelde spier? En kun je de arm actief strekken met de afgebeelde spier?
- A Niet actief buigen en ook niet actief strekken.
 - B Wel actief buigen, maar niet actief strekken.
 - C Wel actief strekken, maar niet actief buigen.
 - D Zowel actief buigen als actief strekken.

▼ Afb. 53 Arm met zenuwen, botten en spieren.



DOELSTELLING 10

BASISSTOF 5

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De spieren die de dubbele-S-vorm van de wervelkolom in stand houden, zitten vast aan de tussenwervelschijven.
- 2 De tussenwervelschijven werken als schokbrekers.

Bewering 3 en 4 gaan over de tilhouding van het meisje in afbeelding 54.

- 3 Door de tilhouding van het meisje kunnen haar tussenwervelschijven aan één kant worden ingedrukt.
- 4 Door de tilhouding van het meisje houdt haar wervelkolom de dubbele-S-vorm.

▼ Afb. 54 Tilhouding.



- 5 Door de zithouding van de man in afbeelding 55 kunnen zijn wervels scheef komen te staan.

▼ Afb. 55 Zithouding.



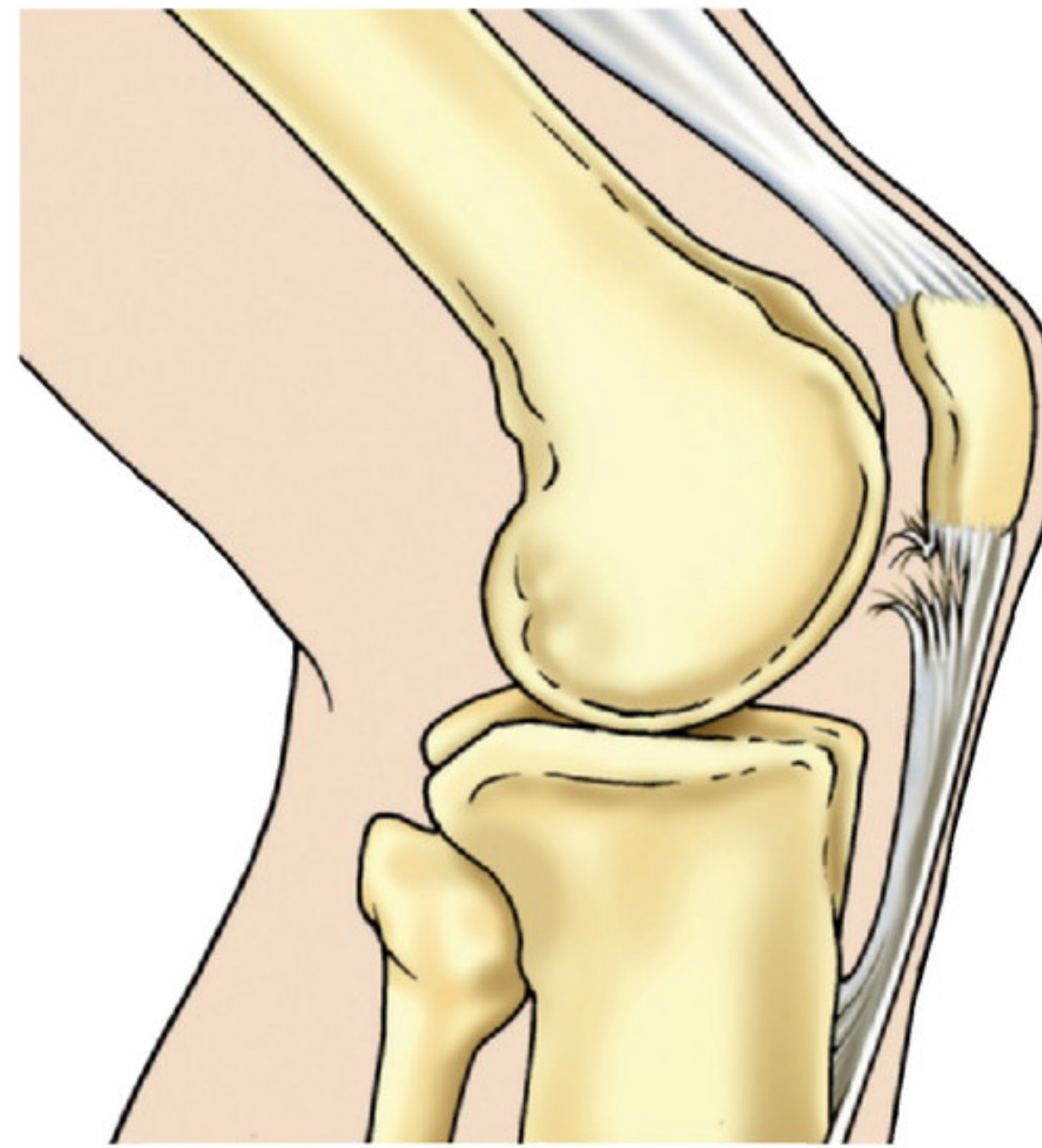
DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

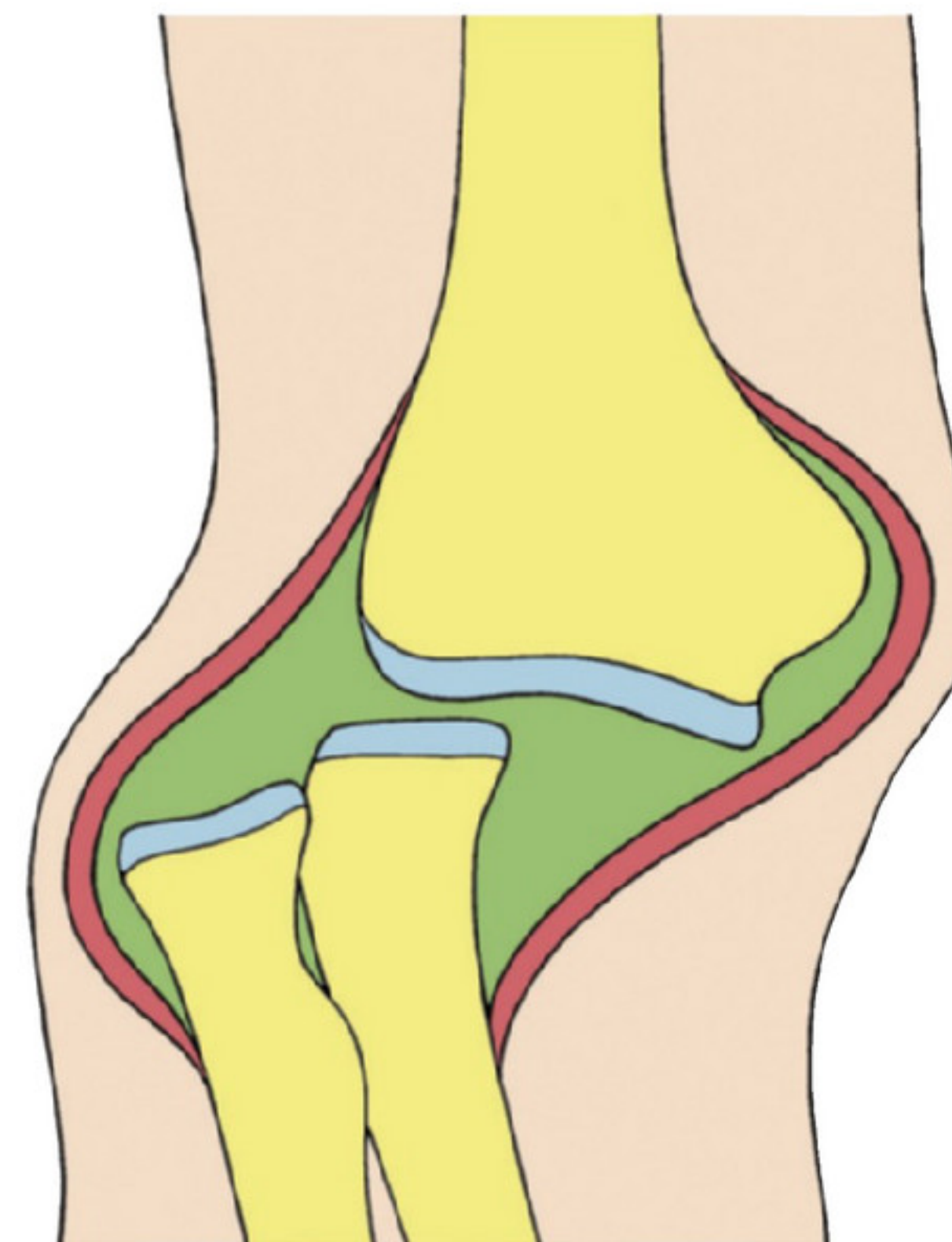
- 1 Verspringers hebben regelmatig blessures aan hun knieën. Hierbij treedt pijn op aan de onderzijde van de knieschijf. De blessure ontstaat door overbelasting van een pees (zie afbeelding 56). Van welk soort sportblessure is hier sprake?
 - A RSI.
 - B Spierscheuring.
 - C Voetbalknie.

▼ Afb. 56 Een springersknie.



- 2 Welke sportblessure is in afbeelding 57 schematisch weergegeven?
 - A Een botbreuk.
 - B Een ontwrichting.
 - C Een scheuring van kapselbanden.

▼ Afb. 57 Welke sportblessure zie je hier?



- 3 Bij een bepaalde blessure kan een arts besluiten een stukje kraakbeen uit een gewricht te verwijderen. Bij welke blessure is dat het geval?
 - A Bij een achillespeesontsteking.
 - B Bij een tennisarm.
 - C Bij een voetbalknie.
- 4 Waarom wordt bij een botbreuk een gipsverband aangelegd?
 - A Om de bothelften in de goede stand te houden.
 - B Om de pijn te verminderen.
 - C Om inwendige bloedingen tegen te gaan.

▼ Afb. 58

Smash

‘Ik volleybal erg graag. Ik train twee keer per week. Soms speel ik misschien wel iets te fanatiek,’ zegt Evi. ‘Vooral bij een wedstrijd. Zo bleek ook vorige week. Ik wilde een wereldsmash maken. Toen ik mij afzette om de sprong te maken, ging het mis. Ik voelde een scherpe pijn in mijn kuit en viel. Ik had ook een blauwe plek op mijn hoofd. Maar dat voelde ik niet eens. Mijn voet bewegen doet nog steeds pijn. Met mijn voet en enkel is niets aan de hand, zei de huisarts. Ik moet de komende tijd rustig aan doen. Ik kan voorlopig helaas niet trainen. Ik moet mijn voet eerst rustig bewegen.’



De context ‘Smash’ in afbeelding 58 gaat over volleybalster Evi. Vraag 6 en 7 gaan over deze context.

- 5 Welke blessure heeft Evi waarschijnlijk opgelopen aan haar kuit?
- A Een kneuzing.
 - B Een spierscheuring.
 - C Een tennisarm.
 - D Een verzwikking.
- 6 Welke blessure heeft Evi waarschijnlijk opgelopen aan haar hoofd?
- A Een kneuzing.
 - B Een spierscheuring.
 - C Een tennisarm.
 - D Een verzwikking.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Leg uit dat je spierkramp kunt voorkomen met een goede warming-up.
- 2 Bij voetbal gebruik je scheenbeschermers (zie afbeelding 59).
Welke twee blessures zullen bij voetbal waarschijnlijk het meest voorkomen met scheenbeschermers?

▼ Afb. 59 Scheenbeschermers.



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Conditietest

In de basisstof heb je geleerd dat je met een goede conditie meer kans hebt gezond en fit te blijven. Door de opkomst van beeldschermen in werk en vrije tijd zijn mensen minder gaan bewegen. Om toch gezond te blijven gaan veel mensen sporten (zie afbeelding 60).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 136

▼ Afb. 60

Voetbalconditie

Stijn zit op voetbal. Hij vertelt er enthousiast over: 'Ik zit in het B2-team. Elke week train ik en heb ik een wedstrijd. Als aanvaller moet ik goed vrijlopen. Ik loop al gauw acht kilometer per wedstrijd. Het is veel zwaarder dan gewoon hardlopen. Je moet steeds versnellen en daarna weer rustiger lopen.

Ik ga elke week een halfuur met drie jongens hardlopen. We hebben een afspraak. Je kunt dus niet zomaar wegblijven. Mijn conditie is best goed. Dat merk ik vooral bij de wedstrijden. Ik houd het langer vol. Daardoor loop ik heel veel jongens eruit aan het eind van de wedstrijd. Ik wil graag winnen. Dat vind ik kicken.

Mijn conditie is niet altijd zo goed geweest. Ik was op de basisschool niet zo goed in sport. Ik gamede veel. Toen voelde ik me ook niet zo fit. Na een wedstrijd was ik meestal kapot.'



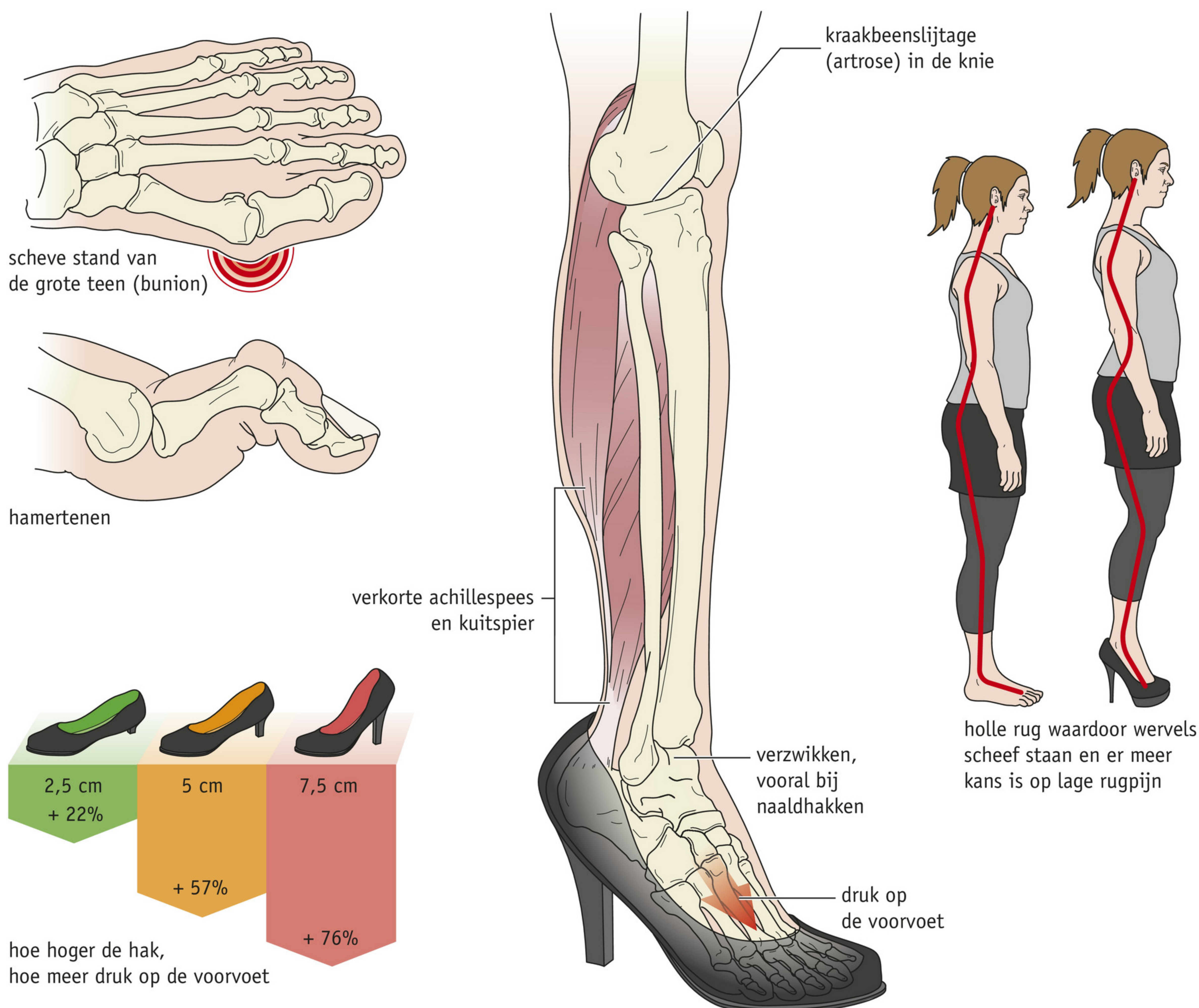
2 Hoge hakken

In de basisstof heb je geleerd dat je met een goede lichaamshouding rugklachten voorkomt. Deze verrijksstof gaat over de lichamelijke gevolgen van het lopen op hoge hakken. Op internet zoek je hierover informatie en schrijf je een advies over het lopen op hoge hakken.

Sommige vrouwen voelen zich meer vrouwelijk door het dragen van hoge hakken. Ze voelen zich eleganter of zelfverzekerder. Bepaalde spieren in het bekken worden ook sterker. Dat kan handig zijn bij een bevalling. Maar het lopen op hoge hakken is niet echt comfortabel en na een tijd vaak pijnlijk. Als je regelmatig op hoge hakken loopt, heb je meer kans op lichamelijke klachten. In afbeelding 61 zie je welk lichamelijk letsel kan ontstaan door regelmatig op hoge hakken te lopen.

▼ **Afb. 61** Kans op letsel door het lopen op hoge hakken.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 139



PLUSSTOF

3 Rugklachten

In basisstof 5 heb je geleerd dat een slechte lichaamshouding rugpijn kan veroorzaken. In deze verrijkingstof leer je meer over enkele afwijkingen aan de wervelkolom.

SPIT

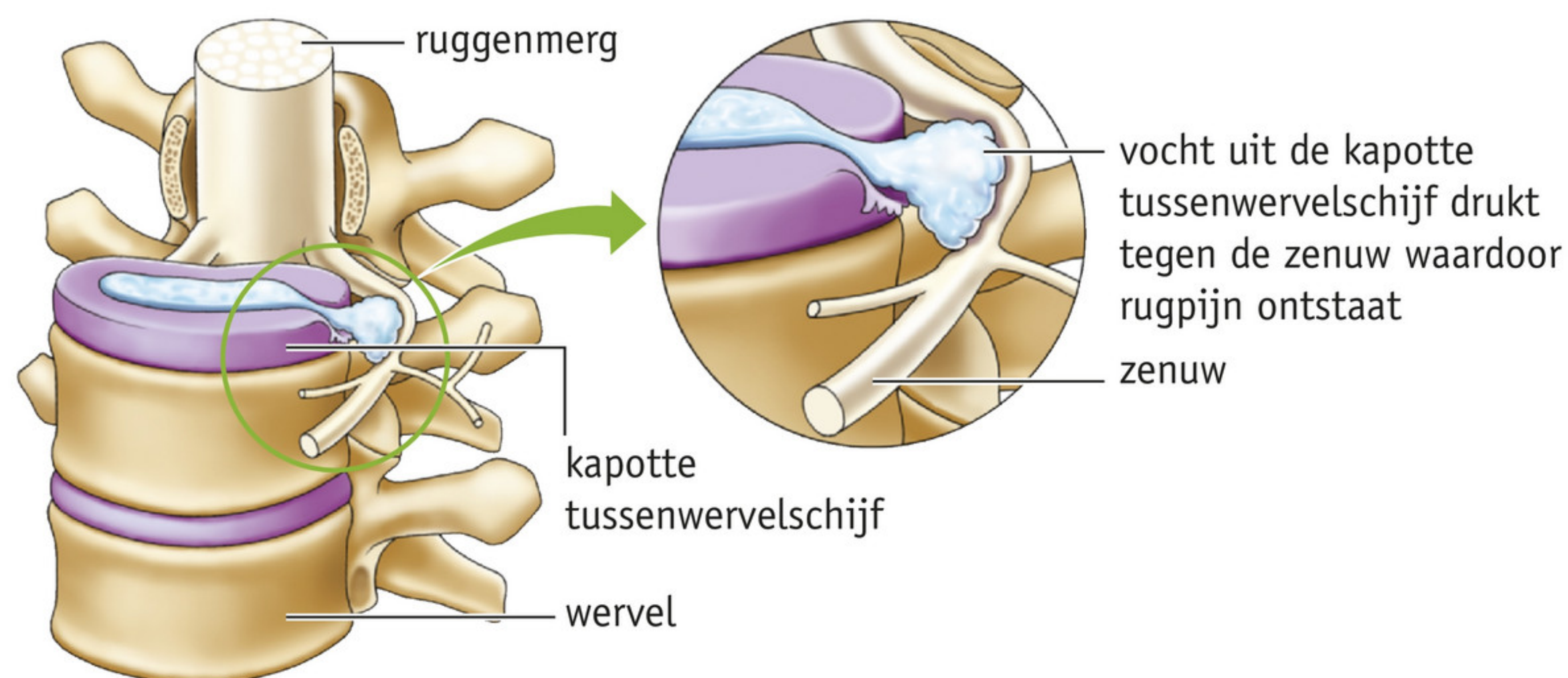
Spit treedt vaak plotseling op. De pijn schiet in de lage rug. De oorzaak van spit is niet helemaal duidelijk. Spieren onder in de rug verkrampen mogelijk. Dit veroorzaakt rugpijn. Of er is een scheurtje in een tussenwervelschijf ontstaan. Je kunt dan alleen in een scheve houding staan. Anders doet het erg pijn. Spit duurt enkele dagen tot een paar weken.

Het beste is om te blijven bewegen. Dan gaat de verkramping het snelst weg. De rug warm houden helpt ook. Het is niet verstandig om zwaar te tillen, in één houding te zitten of lang stil te staan.

HERNIA

Je hebt geleerd dat de wervels met elkaar verbonden zijn door tussenwervelschijven. De tussenwervelschijven vangen door hun veerkracht schokken op. Ze maken het buigen van de wervelkolom mogelijk. Een tussenwervelschijf dankt de elasticiteit vooral aan de zogenoemde waterrijke kern. In het midden van de tussenwervelschijf zit weefsel dat vocht bevat (zie afbeelding 62). Hieromheen ligt een stevig kapsel. Het vocht in de waterrijke kern staat onder hoge druk.

► **Afb. 62** Hernia.



Bij een **hernia** zit er een zwakke plek in het kapsel rondom de waterrijke kern. In afbeelding 62 zie je dat het kapsel gescheurd is. De waterrijke kern komt door de zwakke plek heen. Het uitstulpende deel van de tussenwervelschijf drukt tegen het ruggenmerg. Het ruggenmerg verbindt de zenuwen van je lichaam met je hersenen. Door de hernia komt een deel van de zenuwen klem te zitten. Dit veroorzaakt rugpijn. Deze straalt vaak uit naar een been. Soms is dat zo erg dat een been verlamd is.

Meestal vermindert de pijn van een hernia door rust. Als de hernia door rust niet verdwijnt, vindt vaak een operatie plaats. De chirurg verwijdert dan de uitstulping of de hele tussenwervelschijf.

Een hernia is vaak het gevolg van slijtage. Door een slechte lichaamshouding of verkeerd tillen kan een hernia al op jonge leeftijd ontstaan.

Examentrainer

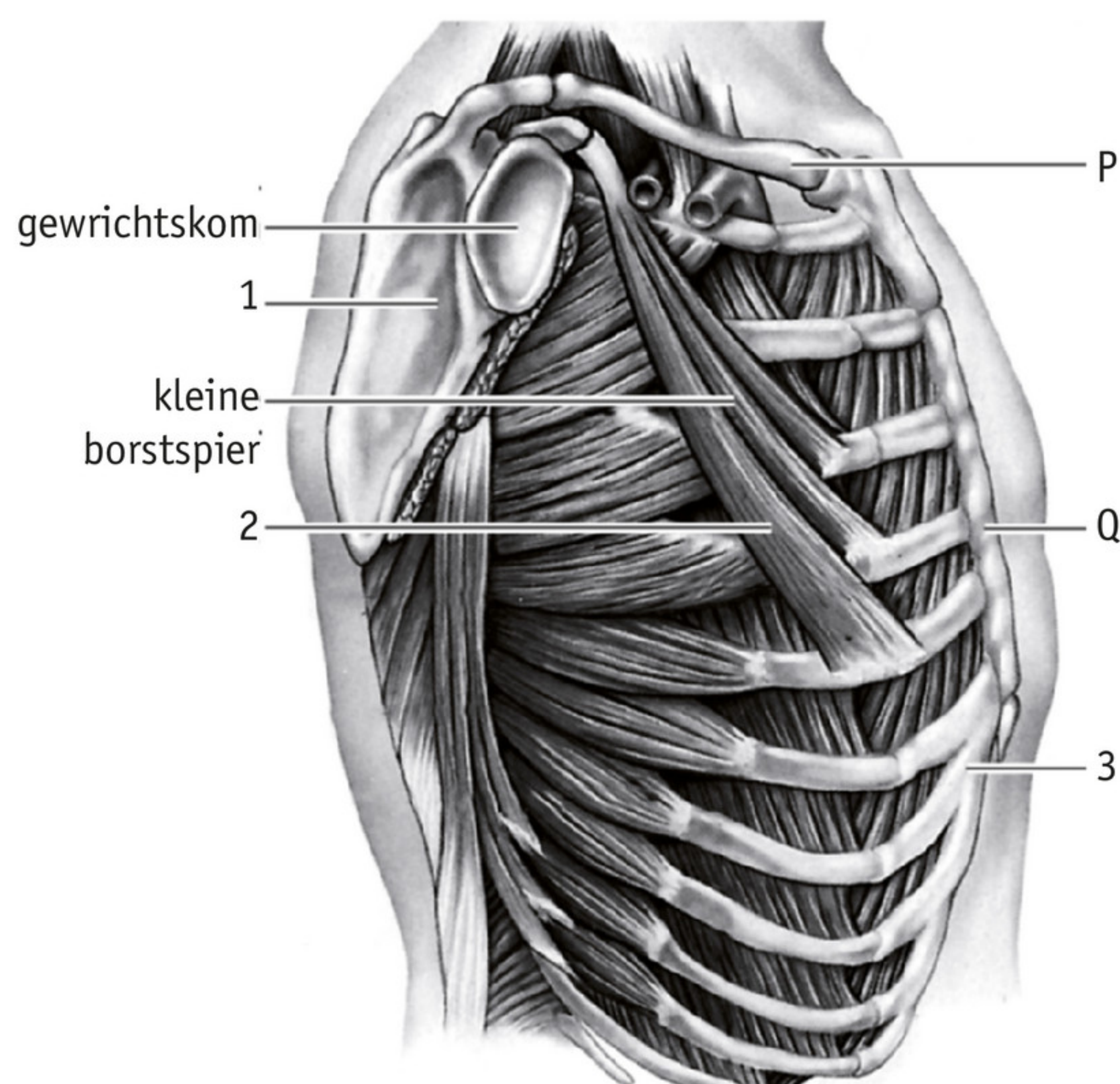
BORSTKAS

Bron: examen vmbo-k 2007-1, vraag 8, 10 en 11.

Vraag 1 tot en met 3 gaan over afbeelding 63.

- 2p **1** Twee botten zijn aangegeven met de letters P en Q.
Geef de namen van P en van Q.

▼ **Afb. 63** Borstkas (schematisch).



- 1p **2** In de afbeelding is een gewrichtskom in het schouderblad aangegeven.
Van welk type gewricht maakt deze kom deel uit?
A Van een kogelgewricht.
B Van een rolgewricht.
C Van een scharniergewricht.
- 1p **3** In de afbeelding is de kleine borstspier aangegeven. Deze spier is onder andere bevestigd aan het schouderblad.
Hoe is deze spier verbonden met het schouderblad?
A Met een pees.
B Met een spierschede.
C Met een spiervezel.
D Met kraakbeen.

ARM

Bron: examen vmbo-k 2007-2, vraag 23 en 24.

- 1p **4** In afbeelding 64 is een arm weergegeven met enkele botten en spieren.
Welke beweging maakt de arm als de biceps zich samentrekt?
A De arm wordt gebogen.
B De arm wordt gestrekt.
C De arm wordt in de schouder omhooggetrokken.
D De arm wordt in de schouder omlaaggetrokken.
- 1p **5** De biceps en de triceps zijn twee spieren die een tegengestelde beweging veroorzaken.
Hoe heten twee spieren die een tegengestelde beweging veroorzaken?

▼ **Afb. 64** Arm met spieren (schematisch).



DE IMPALA

Bron: examen vmbo-k 2015-1, vraag 4.

- 1p **6** De impala leeft in Afrika in gebieden met grasland en acaciabomen. De impala is net als andere antilopensoorten een hoefdier.
In afbeelding 65 zie je een poot van een impala.
Aan het uiteinde van de poot zit een hoef. Dieren met zulke hoeven zijn, wat voortbewegen betreft, aangepast aan een harde ondergrond.
Leg uit dat dieren met zulke hoeven zich beter kunnen voortbewegen op een harde ondergrond dan bijvoorbeeld op een moerassige ondergrond.

► **Afb. 65** Poot van een impala.

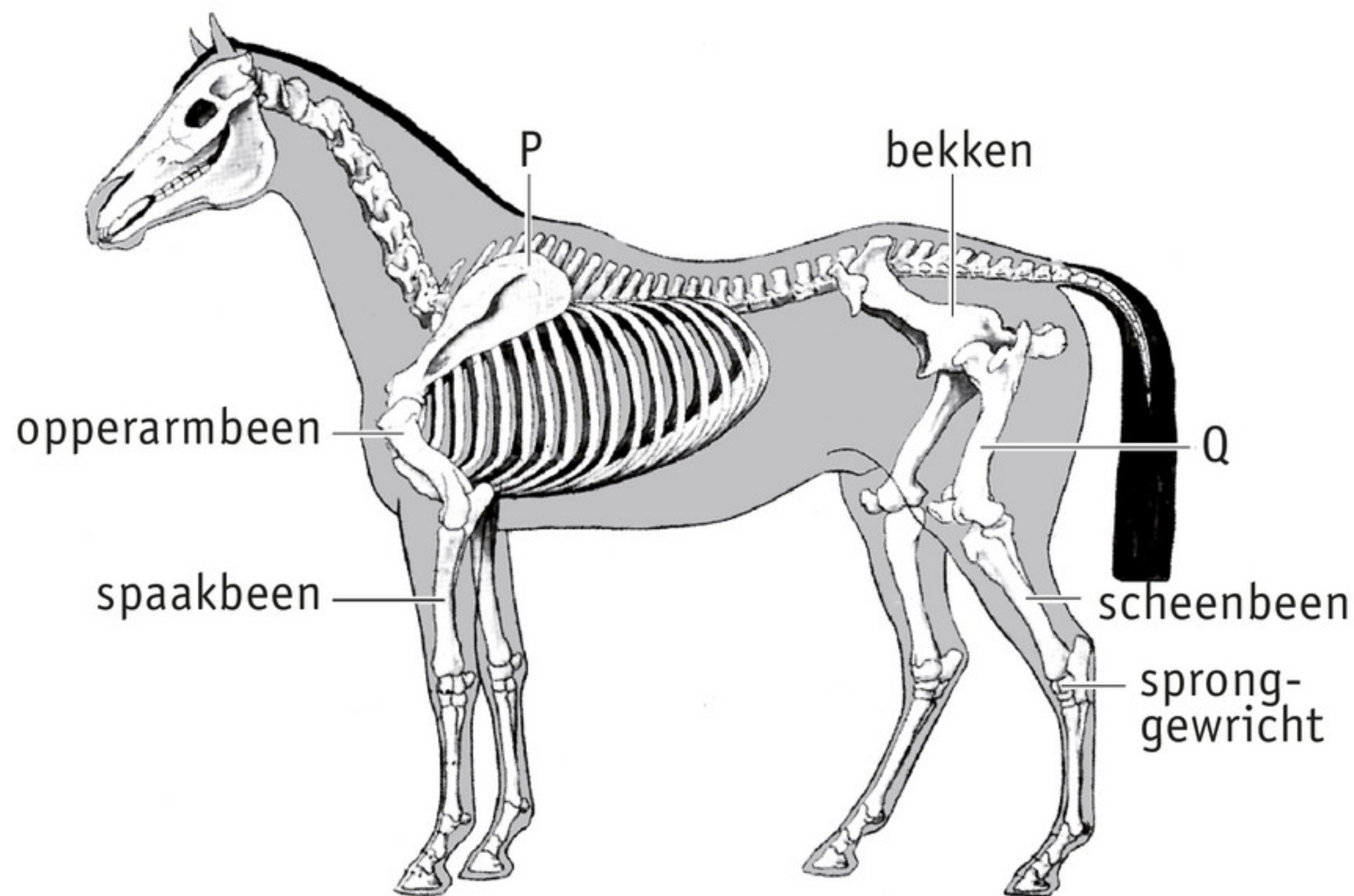


PAARDEN

bron: examen vmbo-k 2007-1, vraag 43.

- 1p **7** In afbeelding 66 staat het skelet van een paard afgebeeld.
Geef de namen van bot P en van bot Q uit de afbeelding.

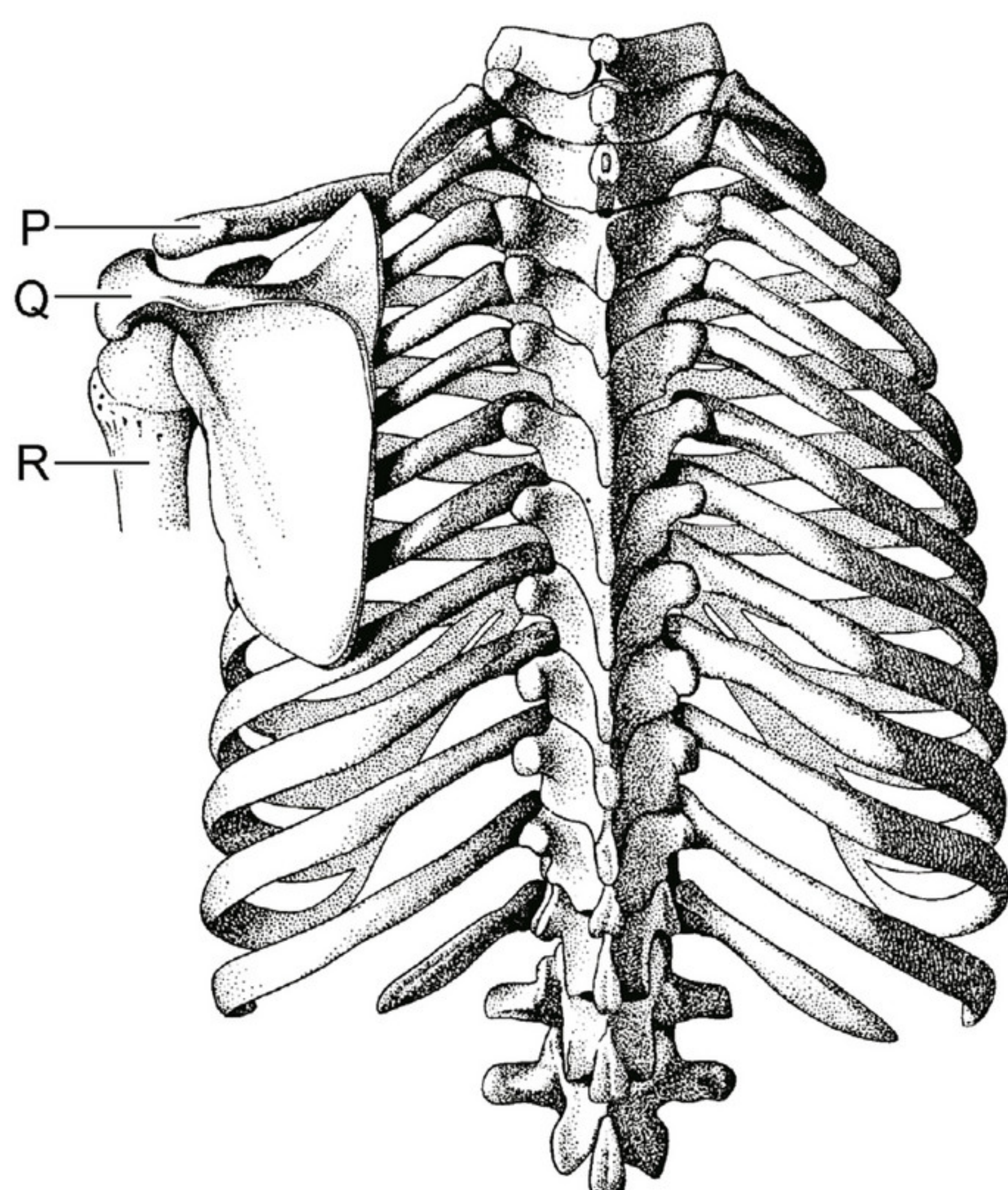
▼ **Afb. 66** Skelet van een paard (schematisch).

**DEEL VAN HET SKELET**

Bron: examen vmbo-k 2007-2, vraag 31, 32 en 34.

In afbeelding 67 is een deel van het skelet weergegeven, van achteren gezien.

▼ **Afb. 67** Deel van het skelet.



- 2p **8** Geef de namen van bot P en van bot Q.

- 1p **9** Welk type gewricht bevindt zich tussen bot Q en bot R?
A Een kogelgewricht.
B Een rolgewricht.
C Een scharniergewricht.

- 1p **10** Aan de voorzijde zijn de ribben verbonden met het borstbeen.
 Wat voor soort beenverbindingen bevinden zich tussen het borstbeen en de ribben?
A Gewrichten.
B Kraakbeenverbindingen.
C Vergroeiingen.

Plusvraag**SPRONGGEWRICHT**

Bron: examen vmbo-gt 2007-1, vraag 39.

- 1p **11** In afbeelding 66 staat onder andere het spronggewricht aangegeven.
 Met welk gewricht bij de mens komt het spronggewricht overeen?
A Met het ellebooggewricht.
B Met het enkelgewricht.
C Met het kniegewricht.
D Met het polsgewricht.

A

aambeeld	62
aanhechtingsplaats	94
accommoderen	56
adequate prikkel	47
adrenaline	25
afhankelijkheid, geestelijke	39
afhankelijkheid, lichamelijke	40
antagonisten	94
armbuigspier	94
armstrekspier	94

B

beenderen	82
beenmerg, geel	85
beenmerg, rood	85
beenweefsel	87
bekken	82
bekkengordel	82
bewegingscentra	16
bewegingszenuw	12
bewegingszenuwcellen	10
bewuste reactie	18
bewustzijnsveranderende middelen	39
biceps	94
bijnieren	25
bijziend	75
bindweefsel	12, 93
blesure	98
blinde vlek	53
bloeduitstorting	101
bolle lenzen	55
borstkas	82
botbreuken	99
buis van Eustachius	62

C

cellichaam	10
centrale zenuwstelsel	8
conditie	97
cooling-down	102

D

diabetes	24, 36
diabetes type 1	36
diabetes type 2	36
drempelwaarde	47
drugs	39
drukzintuigen	49
dubbele-S-vorm	95

E

eilandjes van Langerhans	23
evenwichtsorgaan	61

G

geel beenmerg	85
geestelijke afhankelijkheid	39
gehoorbeentjes	62
gehoorgang	61
gehoorzenuw	62
gehoorzintuig	61
gele vlek	53
geluiden	60
gemengde zenuw	12
geraamte	82
gevoelscentra	16
gevoelszenuw	12
gevoelszenuwcellen	10
gewenning	47
gewrichten	89
gewrichtskapsel	90
gewrichtskogel	90
gewrichtskom	90
gewrichtssmeer	90
gezichtsbedrog	72
glasachtig lichaam	53
glucagon	23
glycogeen	23
grijze stof	13, 15
groeihormoon	21
grote hersenen	16

H

hamer	62
harde oogvlies	52
hernia	117
hersencentra	16
hersen, grote	16
hersen, kleine	16
hersensam	15
hoefganger	86
hoofd	82
hoornvlies	52
hormonen	20
hormoonklieren	20
hyper	36
hypo	36
hypofyse	21

I

impulsen	9
insuline	23
iris	52

K

kalkzouten	87
kapselbanden	91
kegeltjes	58
kleine hersenen	16
kleurenblind	59
kneuzing	101
kniesbanden	100
kogelgewricht	92
koudezintuigen	50
kraakbeen	89
kraakbeenlaagje	90
kraakbeenweefsel	87
kringspiers	53, 54
kruisbanden	100

L

laag van zenuwcellen	59
ledematen	82
lens	53
lens, bolle	55
lensbandjes	55
lichaamshouding	96
lichamelijke afhankelijkheid	40
lijmstof	87

M

meniscus	100
mergholte	85
middelen, bewustzijnsveranderende	39
middelen, stimulerende	39
middelen, verdovende	39
middenoor	62
motivatie	47

N

naad	89
netvlies	53

O

ontstekingen	99
ontwrichting	101
oogspieren	52
oogvlies, harde	52
oogzenuw	53
oorschelp	61

oorsmeer	62
oorsmeerkliertjes	62
optische illusie	72
ouderdomsverziendheid	76
overbelast	96

P

pezen	93
pijnpunten	50
pijpbeenderen	85
platte beenderen	85
prikkel	8
prikkel, adequate	47
pupil	52
pupilreflex	54

R

reflex	18
reflexboog	19
regenboogvlies	52
reukzintuig	50
rolgewricht	92
romp	82
rood beenmerg	85
RSI	99
ruggenmerg	13
rugspieren	95

S

schakelcellen	11
scharniergewricht	92
schedel	82
schildklier	22
schildklierhormoon	22
schoudergordel	82
slakkenhuis	62
smaakzintuigen	51
spierbundels	94
spierkramp	98
spierpijn	98
spierschede	93
spierscheuring	98
spiervezels	94
spit	117
staafjes	58
stijgbeugel	62
stimulerende middelen	39
stof, grijze	13, 15
stof, witte	13, 15
straalsgewijs lopende spieren	54
suikerziekte	24

T

tastknopjes	49
tastzintuigen	49
teenganger	86
tennisarm	99
tolerantie	42
traanbuizen	52
traanklieren	52
traanvocht	52
triceps	94
trommelholte	62
trommelvlies	61
tussencelstof	87
tussenwervelschijven	95

U

uitlopers	10
-----------------	----

V

vaatvlies	53
venster	62
verdovende middelen	39
vergroeid	89
verslaafd	39
verziend	76
verzwikking	101
voetbalknie	100

W

warming-up	102
warmtezintuigen	50
wenkbrauwen	52
wervelkanaal	13
wervelkolom	82
wimpers	52
witte stof	13, 15

Z

zenuwcellen	10
zenuwcellen, laag van	59
zenuw	12
zenuwen	8
zenuwknopen	13
zintuig	46
zintuigcellen	62
zintuigenstelsel	46
zithouding	96
zoolganger	86

AUTEURS

Arteunis Bos
Rob Melchers
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Marieke Moraal

AUTEURS ZESDE EDITIE

Gerard Smits, Ben Waas, Arteunis Bos, Onno Kalverda

REDACTIE

Ivonne Hermens, Grada Hooijer, Avyola van Pinxten

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 5: 3, 20, 43; thema 6: 1 (5x), 22, 31; thema 7: 2.1, 4, 28.1, 28.2, 31.1, 41, 45, 50, 55, 58, 60; ANP Photo, Rijswijk: thema 5: 22; thema 7: 43.2; Science Photo Library / ANP Photo, Rijswijk: thema 7: 6, 34, 43.1; Teun Berserik, Den Haag: thema 5: 2, 24, 38, 49.1, 49.2, thema 7: 23, 25, 27, 37; Corbis: thema 5: 29; thema 7: 7 l; Dreamstime: thema 5: 36; thema 6: 42, 44; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 5: 6, 52, 53; thema 6: 7, 26; thema 7: 7 r, 14 r, 29, 38.2, 46; Fleximotion Entertainment UG, Halle: thema 7: 44; Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: thema 5: 18; thema 6: 21.1, 21.2; Fresh Images / Reporters, Haarlem: thema 5: 17.1; Getty Images: thema 5: 26; thema 7: 33; Hollandse Hoogte, Den Haag: thema 5: 17.2, 32.2; thema 6: 10; thema 7: 30.1, 30.3; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 8.2, 12.1, 30.2, 32.1; thema 6: 5, 30, 34.1; thema 7: 30.2; iStockphoto: thema 6: 23 l, r; thema 7: 26, 36, 59; Manon Project Scientific Illustrations, Maastricht: thema 5: 51; thema 6: 12, 20.2, 35, 36, 38, 39, 51; thema 7: 61; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 5: 16; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 6: 46; thema 7: 8, 9.1, 9.2, 10.1, 10.2, 14 l, 16.1, 16.2, 16.3, 49.1, 54; Reuters: thema 6: 2; D "Rusty" Rust:

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

thema 6: 45; Henk Schuurmans, Heusden: thema 6: 15.1, 15.2; Scott / Double D Designs BV: thema 7: 2.2; Shutterstock: thema 5: 32.3, 33, 35; thema 6: 11, 24; thema 7: 30.4; Wouter Spoor / www.meneerspoor.nl: thema 6: 47.1, 47.2; Bas Teunis Zoölogical Illustrations, Eindhoven: thema 5: 37; Tumblr / Wikipedia: thema 6: 4; Veiligheid.nl: thema 7: 35; Henk van der Vrande: thema 5: 25, 42, 45; thema 6: 17, 18.1, 18.2, 19.1, 19.2, 40, 48, 49; thema 7: 3, 18, 62; Wikipedia / Etan J Tal: thema 6: 50

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: sneeuwgeit, Corbis
thema 5: klimpark, Corbis
thema 6: jongen in taxi, Getty Images
thema 7: Dafne Schippers, Corbis

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 94 020 2993 2

Zevende editie, dertiende oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Rob Melchers
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Marieke Moraal

ISBN 978 94 020 2993 2



562632

MALMBERG